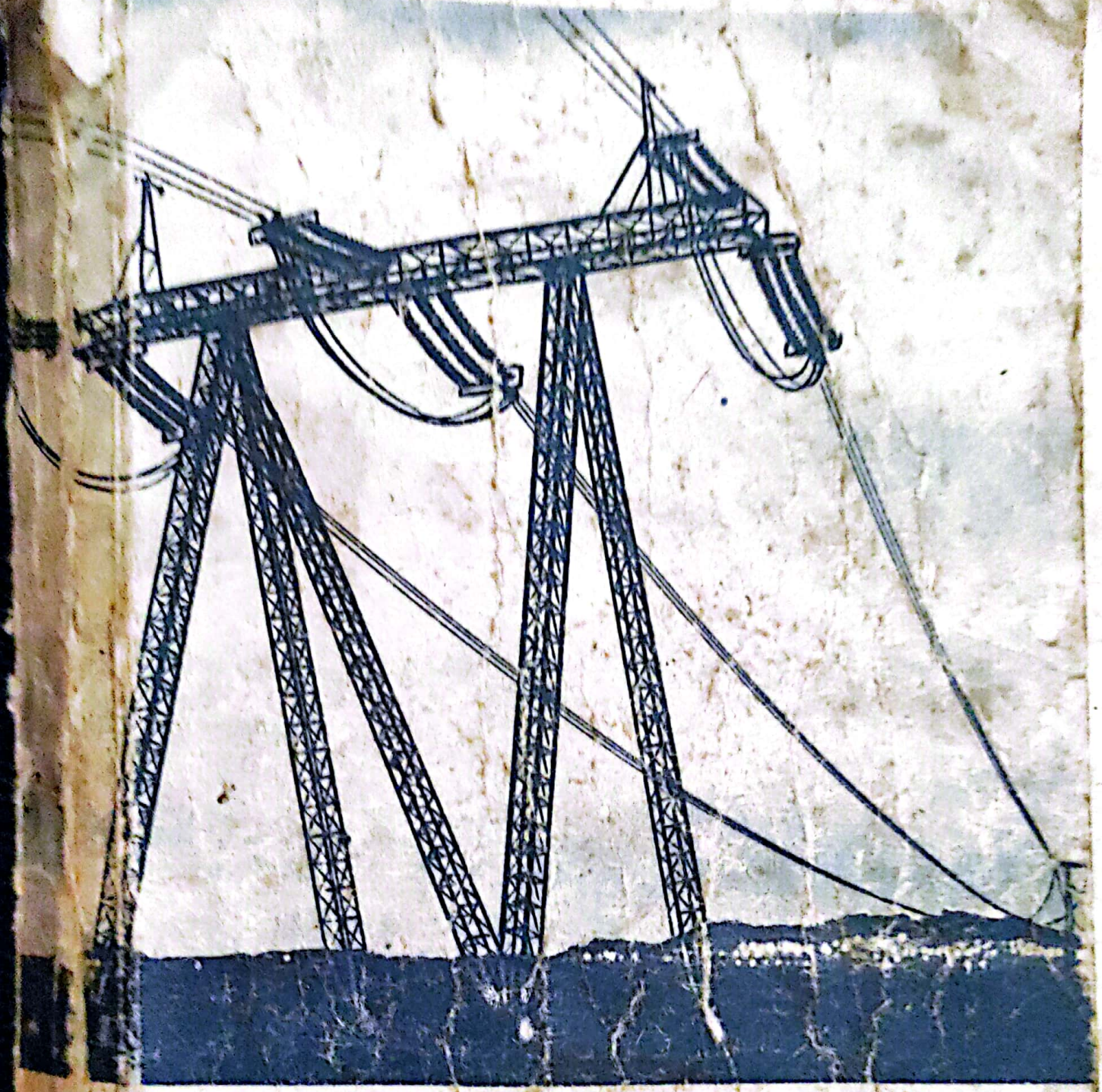
PROF. N. MAZILU — PROF. I. ANGELESCU



FIZICĂ

MANUAL PENTRU CLASA A VII-A

EDITURA DE STAT DIDACTICĂ ŞI PEDAGOGICĂ — 1958

FIZICA

Scanned with CamScanner

N. MAZILU
PROFESOR

I. ANGELESCU
PROFESOR

FIZICA

ACUSTICĂ, OPTICĂ, ELECTRICITATE

MANUAL PENTRU CLASA a VII-a

EDITURA DE STAT DIDACTICĂ ŞI PEDAGOGICĂ
1958

Scanned with CamScanner

Manualul a fost elaborat pe baza programei şcolare întocmită de Ministerul Învăţământului şi Culturii

Referenţi:

asist. univ. Mircea Hagiescu Miriște
prof. Alice Negoescu
prof. Maria Codreanu

Scanned with CamScanner

ACUSTICA

STUDIUL MIȘCĂRII OSCILATORII

Mișcarea oscilatorie. În clasa precedentă, la capitolul *Mecanica* s-a studiat mișcarea corpurilor. S-a arătat în capitolul respectiv că un corp este în mișcare cînd își schimbă poziția în spațiu. Un corp care nu-și schimbă poziția este în repaus. Există diferite feluri de mișcare. În acustică se studiază un fel de mișcare mai complicată, numită mișcare oscilatorie, care este mișcarea repetată a unui corp de o parte și de alta a poziției lui de echilibru. După cum se va vedea mai tîrziu, asemenea mișcări oscilatorii dau naștere sunetelor.

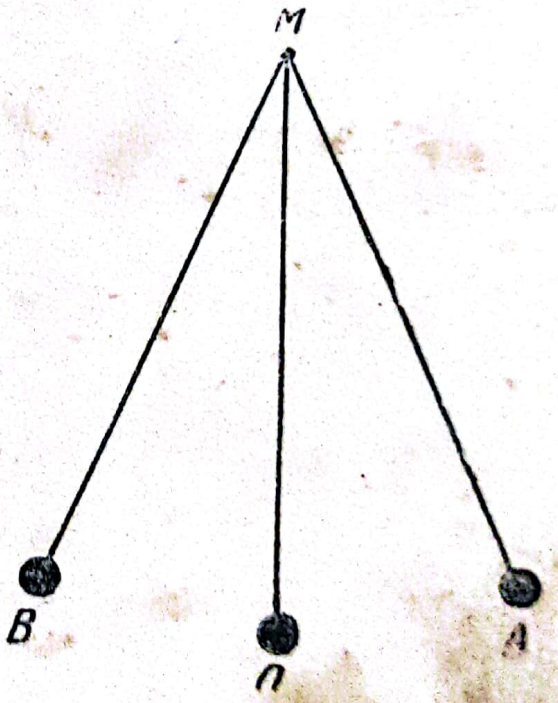


Fig. 1 — Un corp suspendat efectuînd o mișcare oscilatorie.

Acustica este partea din fizică care se ocupă cu studiul sunetelor.

Experiență. Luăm un corp pe care-l suspendăm cu un fir (fig. 1). Sub acțiunea gravitației firul ia o poziție verticală *MO*, care este poziția de echilibru. Dacă deplasăm corpul din *O* pînă în *A* și apoi îi dăm drumul, corpul se va mișca pînă în *B* și va reveni în *A*, apoi iar în *B*

Scanned with CamScanner

ș. a. m. d. În acest fel corpul execută mișcări într-o parte și în alta a poziției de echilibru. Observăm că în acest caz distanța de la *O* pînă la *A* este aproape egală cu distanța de la *O* pînă la *B*.

Mișcarea repetată a unui corp într-o parte și în alta a poziției de echilibru se numește mișcare oscilatorie. Corpul atîrnat de fir execută o mișcare oscilatorie.

În natură mișcările oscilatorii se întîlnesc des. Cînd o pasăre zboară de pe o ramură, aceasta din urmă execută mișcări oscilatorii. Pistonul mașinii cu abur sau al motorului cu explozie execută tot mișcări oscilatorii, înainte și înapoi.

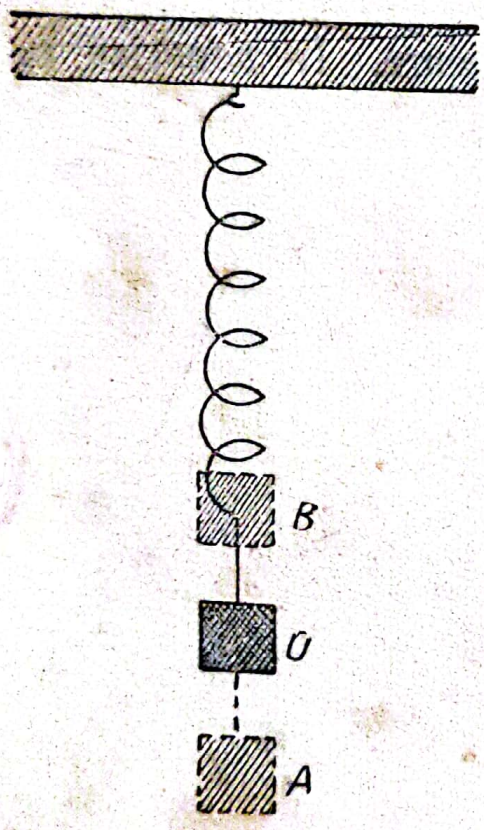


Fig. 2 — Corp suspendat elastic oscilînd.

Experiență. De un resort (fig. 2) atîrnăm un corp ceva mai greu. Resortul se întinde și corpul se oprește într-o poziție de echilibru, *O*. Dacă tragem corpul în jos pînă în *A* și apoi îi dăm drumul, corpul execută o serie de mișcări între *A* și *B* în jos și în sus. Acestea sînt tot mișcări oscilatorii.

Pendulul. Cel mai simplu dispozitiv pentru studiul mișcărilor oscilatorii este pendulul.

Experiență. Luăm o sferă mică de metal, suspendată în punctul *S* (fig. 3) cu un fir care nu se alungește (inextensibil). În punctul *O*

Scanned with CamScanner

pendulul este în echilibru, deoarece firul are poziția verticală. Ridicăm sfera pînă în punctul A și apoi îi dăm drumul. Sub acțiunea greutății, sfera se mișcă înspre O, căpătînd o viteză din ce în ce mai mare. Ajunsă în punctul O, din cauza inerției, sfera nu se poate opri, ci merge mai departe, pînă în punctul B. Mișcarea din O pînă în B se face din ce în ce mai încet. De aici sfera se reîntoarce cu o viteză din ce în ce mai mare pînă în O și apoi se ridică pînă în A cu o viteză tot mai mică. În urmă, mișcarea se repetă trecînd prin aceleași faze. Sfera atîrnată de un fir formează un pendul.

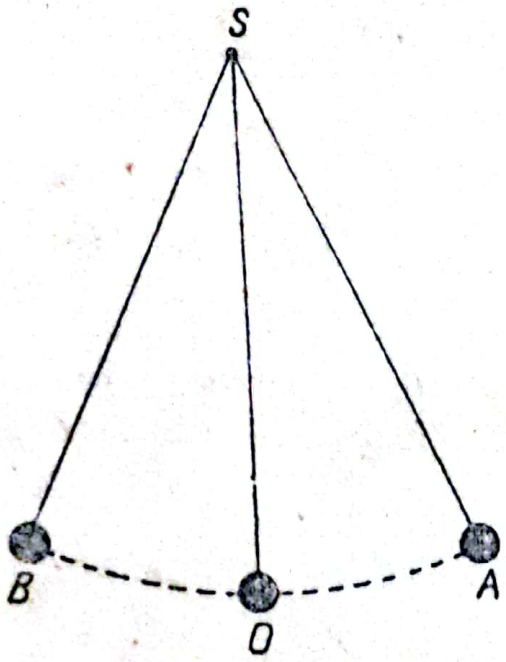


Fig. 3 — Pendulul.

Se numește pendul orice corp suspendat care poate să oscileze.

Dacă n-ar fi rezistența aerului și frecarea firului în punctul de suspensie, pendulul și-ar continua mișcarea la nesfîrșit. În realitate, după fiecare mișcare pendulul nu mai revine în punctul A, ci puțin mai aproape de O. Oscilațiile se micșorează treptat și după cîtva timp pendulul se oprește.

Mișcarea pendulului de la A la B sau invers de la B la A se numește *oscilație simplă*. Cînd pendulul merge de la A la B și înapoi la A,

Scanned with CamScanner

execută o *oscilație completă*. Se vede că oscilația completă cuprinde două oscilații simple.

Experiență. De un stativ atîrnăm două pendule, care să nu fie de aceeași lungime (fig. 4). Ridicăm ambele pendule și le dăm drumul deodată. Se constată că pendulul mai scurt se mișcă mai repede decît pendulul mai lung. Aceasta înseamnă că mișcările oscilatorii se pot efectua unele mai repede, altele mai încet.

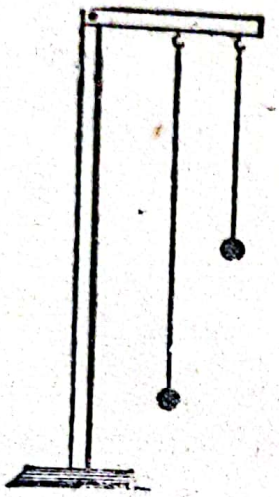


Fig. 4
Pendulul mai scurt oscilează mai repede.

Se numește frecvență sau număr de oscilații numărul de oscilații complete care se fac în timp de o secundă. Cu cît o mișcare oscilatorie are frecvența mai mare, cu atît oscilațiile se fac mai repede.

Să presupunem că un pendul face 12 oscilații în timp de 3 s. Înseamnă că într-o secundă face $\frac{12}{3} = 4$ oscilații. Frecvența mișcării oscilatorii este $N = 4$ oscilații/s. Dacă într-o secundă se fac 4 oscilații complete, o singură oscilație se face în $\frac{1}{4}$ secunde.

Timpul cît durează o oscilație completă se numește perioadă. Observăm că am obținut perioada împărțind 1 s la frecvența 4. Notînd perioada cu T și frecvența cu N, se poate scrie:

$$T = \frac{1}{N}.$$

O altă caracteristică a mișcării oscilatorii este *amplitudinea*. Cu cît punctele A și B (fig. 3) vor

Scanned with CamScanner

fi mai depărtate de O, cu atît mișcarea oscilatorie va avea o amplitudine mai mare.

Depărtarea maximă a corpului care oscilează de poziția lui de echilibru se numește amplitudine. În figura 3 amplitudinea mișcării oscilatorii este dată de distanța OA sau OB. În lipsa frecării, cele două amplitudini OA și OB ar trebui să fie egale.

Într-o mișcare oscilatorie se produce o transformare a energiei cinetice în energie potențială și invers. Cînd pendulul se află în A are energie potențială mai mare decît în O. Dacă îi dăm drumul, energia potențială căpătată prin ridicare se transformă în energie cinetică și pendulul se mișcă spre O cu o viteză din ce în ce mai mare. În punctul O pendulul posedă cea mai mare energie cinetică și nefiind împiedicat el se mișcă mai departe. Pe măsură ce pendulul merge de la O spre B, energia lui cinetică se transformă în energie potențială și mișcarea se face din ce în ce mai încet. Apoi are loc din nou transformarea energiei potențiale în energie cinetică ș.a.m.d.

Legile pendulului. Să vedem ce influență au mărimea amplitudinii, lungimea pendulului și substanța din care e făcut, asupra perioadei de oscilație.

Experiență. Facem să oscileze un pendul cu o amplitudine mică. Cu ajutorul unui ceasornic cu secundar măsurăm timpul în care se fac 50 de oscilații complete. Mai lăsăm să treacă un timp oarecare pentru ca amplitudinea oscilațiilor să se micșoreze și măsurăm din nou timpul în care se fac alte 50 de oscilații complete. Constatăm că în ambele cazuri cele 50 de oscilații se fac în același timp, cu toate că a doua oară amplitudinile au

Scanned with CamScanner

fost mai mici. Această experiență dă rezultate bune numai cînd oscilațiile sînt atît de mici, încît unghiul format de firul pendulului în pozițiile A sau B cu poziția verticală să nu fie mai mare de 5—6°.

Oscilațiile mici ale unui pendul se fac în același timp, chiar dacă amplitudinile sînt diferite. Cu alte cuvinte, *micile oscilații ale pendulului sînt izocrone* (*izo* = același, *cronos* = timp). *Aceasta formează legea izocronismului micilor oscilații.*

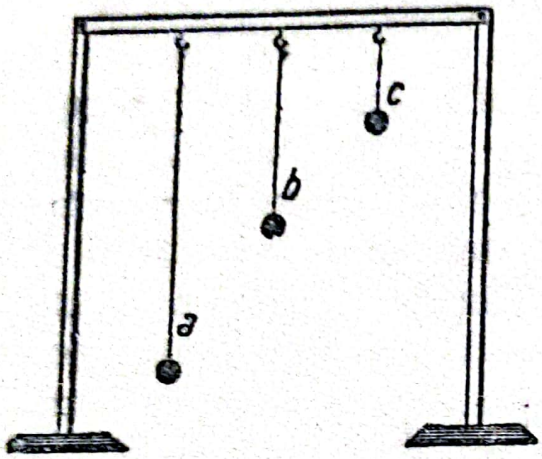


Fig. 5 — Pendule de lungimi diferite.

Experiență. Luăm trei pendule *a*, *b* și *c*, de lungimi diferite (fig. 5), și le facem pe toate să oscileze cu aceeași amplitudine. Constatăm că pendulul mai scurt se mișcă cel mai repede și execută în același timp mai multe oscilații, pe cînd pendulul cel mai lung, execută mai puține oscilații. Pendulul mijlociu se mișcă mai încet decît cel mai scurt, dar mai repede decît cel mai lung. Deducem din această experiență că perioada de oscilație a unui pendul depinde de lungimea pendulului, în așa fel încît *un pendul mai lung are o perioadă mai mare decît unul mai scurt.* Aceasta este *legea lungimilor* la pendul.

Experiență. Luăm trei pendule care să aibă aceeași lungime, dar sferele lor să fie făcute din substanțe diferite: una din lemn, alta din

Scanned with CamScanner

fier și a treia din alamă (fig. 6). Făcîndu-le pe toate să oscileze cu aceeași amplitudine, se constată

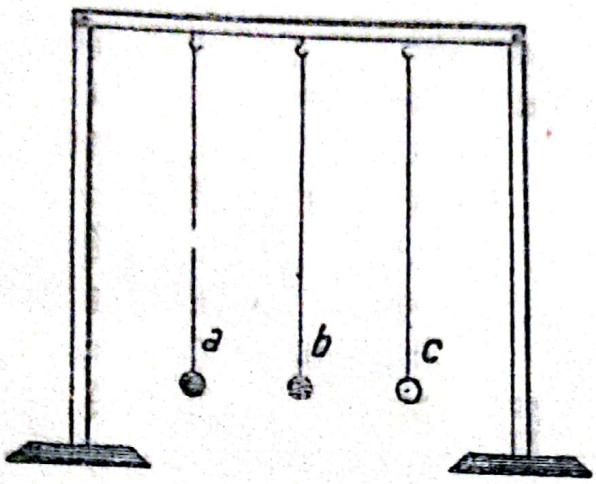


Fig. 6 — Pendule de substanțe diferite.

că ele au aceeași perioadă de oscilație, adică sînt izocrone.

Perioada oscilației unui pendul nu depinde de substanța din care este făcut. Aceasta este legea substanțelor la pendul.

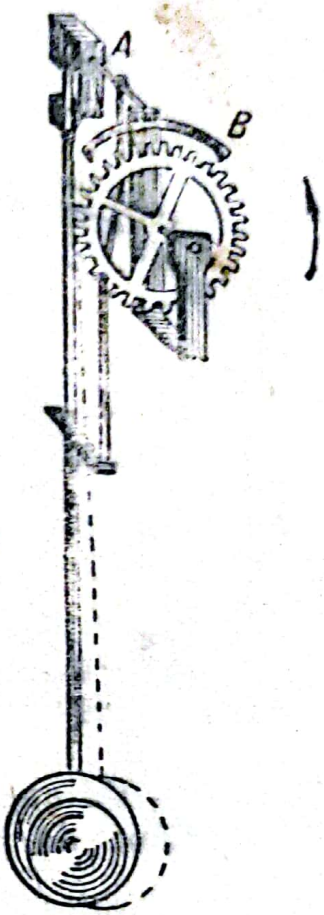


Fig. 7 — Ceasornic de perete cu pendul.

Aplicațiile pendulului. Pendulul se întrebuințează la ceasornicele de perete, pentru a le face să aibă un mers uniform.

Ceasornicul de perete este alcătuit dintr-un sistem de roți dințate care se angrenează între ele și sînt puse în mișcare de un resort de oțel sau de două greutăți atîrnate cu lanțuri. Roțile pun în mișcare acele indicatoare care arată orele și minutele. Dacă aceste roți s-ar mișca numai sub acțiunea resortului, ar căpăta o miș-

Scanned with CamScanner

care neuniformă, deoarece resortul se destinde la început mai repede și apoi din ce în ce mai încet. Pe marginea unei roți se află dinți, în care intră vîrfurile furcii AB, prinsă de un pendul (fig. 7). Cînd pendulul stă pe loc, roata nu se poate învîrti, fiind oprită de vîrfurile furcii AB. Dacă pendulul oscilează la fiecare mișcare spre dreapta sau spre stînga dă voie roții dințate să înainteze cu un dinte. Întrucît oscilațiile pendulului se fac cu aceeași amplitudine, ele sînt izocrone și aceasta face ca roata dințată și minutarele să aibă o mișcare uniformă și să poată măsura timpul cu precizie.

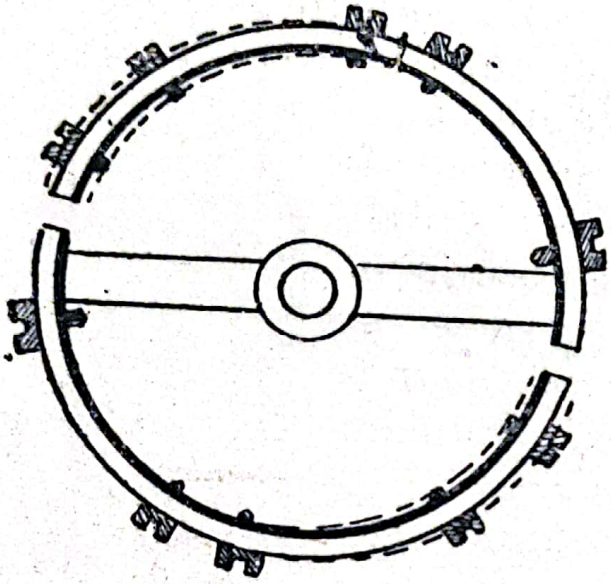


Fig. 8 — Balansierul ceasornicului de buzunar.

La ceasornicele de buzunar, pentru ca mersul să fie uniform, se folosește o rotiță numită *balansier* (fig. 8). Un resort de oțel foarte subțire, cît un fir de păr, menține balansierul în poziția de echilibru. Scoțînd rotița balansierului din poziția de echilibru și dîndu-i drumul, acesta va efectua o mișcare oscilatorie ca și un pendul. Oscilațiile balansierului fiind izocrone, acele ceasornicului vor căpăta o mișcare uniformă. Avantajul balansierului este că poate oscila în poziție orizontală, verticală sau oblică și de aceea este folosit la ceasornicele de buzunar sau de mînă.

Scanned with CamScanner

SUNETUL

Producerea sunetului. Sunetul este fenomenul care impresionează urechea.

Experiență. Într-o menghină sau într-un cleşte fixăm o lamă de oţel subţire şi ceva mai lungă (fig. 9). Deplasăm capătul liber al lamei. Lama fiind elastică va căuta să revină la forma iniţială şi, cînd îi dăm drumul, se va mişca într-o parte şi în alta, executînd oscilaţii.

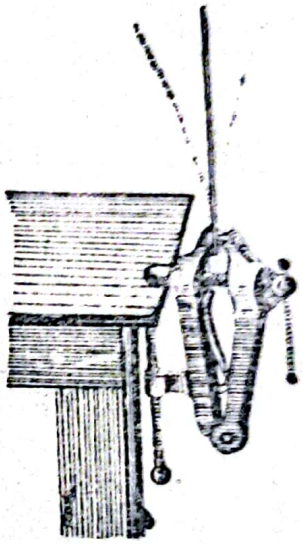


Fig. 9 — Lamă elastică vibrînd.

Mişcările oscilatorii care se fac foarte repede şi se datoresc elasticităţii se numesc vibraţii. Spunem că lama de oţel vibrează.

La început, cînd lama este lungă, vibraţiile ei se fac încet, adică au o frecvenţă mică şi le putem urmări cu ochiul.

Scurtăm lama. Vibraţiile se fac mai repede, deci cu o frecvenţă mai mare. Cînd lama devine suficient de scurtă începe să se audă un sunet. Cu cît scurtăm mai mult lama, adică mărim frecvenţa vibraţiilor, sunetul va fi mai înalt (mai subţire). *Această experienţă ne arată că sunetul se produce prin vibrarea corpurilor.*

Sînt şi alte experienţe care dovedesc că sunetul se produce prin vibrarea corpurilor. De exemplu, dacă luăm o coardă de vioară, fixată la ambele capete şi bine întinsă (fig. 10), şi o ridicăm în sus de la mijloc, apoi îi dăm drumul, se produce un sunet. Apropiind degetul de coardă simţim o gîdilitură care ne arată că ea vibrează. De

Scanned with CamScanner

asemenea, cînd suflăm într-un fluier sau flaut, aerul din interior vibrează și produce diferite sunete. Vocea se datorește vibrării coardelor vocale.

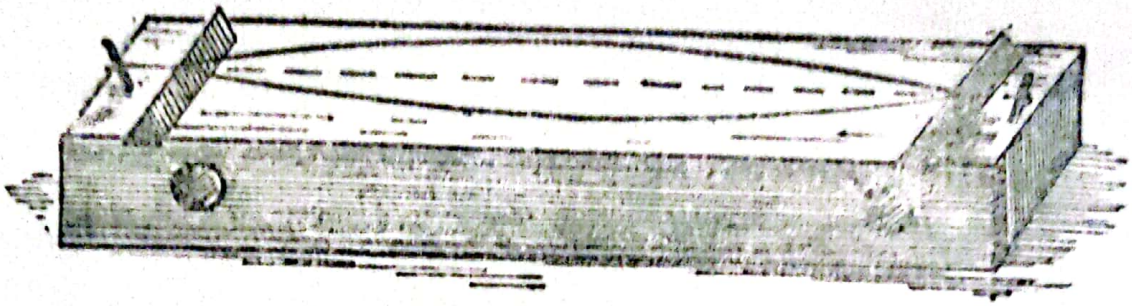


Fig. 10 — Coardă vibrînd.

În muzică, pentru producerea sunetelor se folosește un instrument format dintr-o vergea de oțel îndoită în formă de *U*, numit *diapazon*. Lovind diapazonul cu un ciocan sau izbindu-l de un corp tare, acesta emite un sunet.

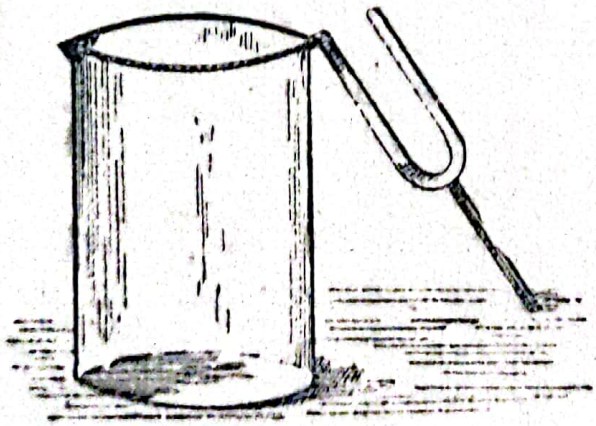


Fig. 11 — Diapazonul produce vibrații.

Experiență. Luăm un diapazon și-l facem să sune. Amplitudinile vibrațiilor diapazonului sînt atît de mici, încît nu pot fi văzute cu ochiul liber. Apropiem diapazonul de un pahar gol (fig. 11), așa ca una din ramuri să atingă marginea paharului. Se vor auzi niște ciocănituri ca la sonerie. Se dovedește astfel că în timp ce sună, diapazonul vibrează și lovește în pahar, producînd acele ciocănituri.

Scanned with CamScanner

Mai putem arăta și în alt mod că diapazonul vibrează atunci cînd emite un sunet. Atîrnăm o mică sferă de lemn cu un fir și o apropiem de ramura diapazonului, cînd acesta vibrează (fig. 12). Se constată că sfera este lovită de diapazon și aruncată de cîte ori se atinge de acesta.

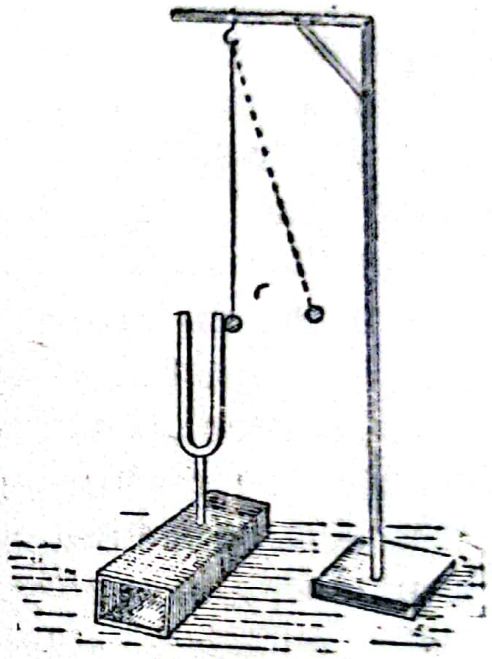


Fig. 12 — Diapazonul lovește sfera de lemn.

Din aceste experiențe învățăm că atunci cînd un corp vibrează, produce un sunet. Totuși, nu toate vibrațiile produc sunete. Numai acele vibrații care se fac suficient de repede, adică au o frecvență destul de mare, produc sunete. Cercetările oamenilor de știință au arătat că sunetele se produc numai atunci cînd un corp face cel puțin 16 vibrații pe secundă și cel mult 20 000 de vibrații pe secundă. Dacă frecvențele sînt mai mici de 16 sau mai mari de 20 000, nu se mai produc sunete pe care urechea să le poată auzi. Vibrațiile cu o frecvență mai mare de 20 000 produc *ultrasunete*, care nu se aud.

Calitățile sunetului. Trebuie să facem deosebire între sunete și zgomote. *Prin sunete se înțeleg numai acele mișcări vibratorii care plac urechii noastre* și sînt întrebuințate în muzică, de aceea se mai numesc și sunete muzicale. Mersul unei căruțe pe caldarîm, scîrțîitul unui ferăstrău etc. produc zgomote care impresionează neplăcut urechea.

Scanned with CamScanner

S-a constatat că sunetele sînt produse de vibrațiile regulate ale corpurilor, în timp ce zgomotele sînt datorite unor vibrații neregulate.

Cînd vorbim de calitățile unui sunet ne referim numai la sunetele muzicale, nu și la zgomote. Un sunet se deosebește de altul prin anumite calități fundamentale, care sînt în număr de trei, după cum se va vedea mai jos.

a. *Înălțimea.* Un sunet poate fi mai subțire sau mai gros. Această calitate se numește *înălțime.* La experiența cu lama de oțel (fig. 9) am văzut că cu cît lama era mai scurtă, cu atît emitea un sunet mai subțire. În acest caz crește frecvența. Deci, înălțimea sunetului depinde de frecvență. Cu cît un sunet are un număr mai mare de vibrații pe secundă, cu atît este mai înalt. Notele muzicale de pe portativ pot fi exprimate prin frecvența lor astfel:

do	re	mi	fa	sol	la	si	do
261	293,5	326,25	345	391,5	435	473	522

Coardele instrumentelor muzicale dau sunete cu atît mai înalte cu cît sînt mai scurte și mai bine întinse, întrucît execută mai multe vibrații pe secundă.

Despre două sunete care au aceeași înălțime se zice că sînt la *unison.*

b. *Intensitatea.* A doua calitate a unui sunet este *intensitatea.* O coardă de vioară AB, depărtată puțin din poziția ei de echilibru (fig. 13), dă un sunet slab. Dacă însă depărtăm mai mult coarda de poziția ei de echilibru, sunetul devine mai puternic (mai intens), iar amplitudinea, mai mare. În ambele cazuri coarda emite aceeași notă

Scanned with CamScanner

muzicală, dar cele două sunete diferă prin intensitate.

Prin intensitate se înțelege tăria unui sunet și ea depinde de amplitudinea vibrațiilor. Cu cît amplitudinea mișcării vibratorii este mai mare, cu atît sunetul este mai intens.

În muzică se întrebuințează termenul de volum în loc de intensitate. Despre un cîntăreț care are voce puternică se spune că are volum mare.

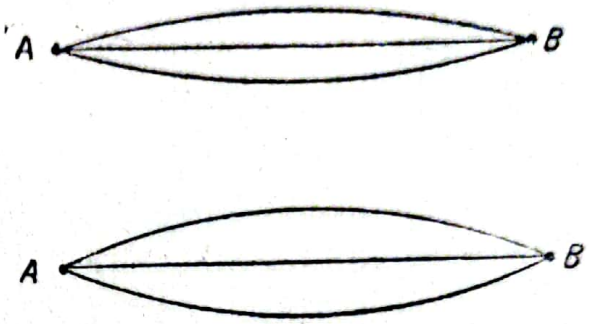


Fig. 13 — Amplitudinea vibrațiilor mai mari produce sunete mai intense.

c. *Timbrul.* Cînd cineva cîntă dintr-un instrument oarecare, chiar dacă nu-l vedem, putem spune din ce instrument cîntă. Înseamnă că aceleași note muzicale date de instrumente diferite se deosebesc între ele printr-o calitate denumită *timbru.* Vocea unui om se deosebește de vocea altuia prin timbru, chiar dacă înălțimile și intensitățile sunetelor emise de cele două voci ar fi aceleași. Atît pentru voce, cît și pentru instrumentele muzicale, timbrul este calitatea cea mai de preț. Un cîntăreț poate să aibă o voce cît mai puternică, să atingă note cît mai înalte (tenor, soprană) sau să atingă note cît mai joase (bas, contraltă) și totuși să nu placă, dacă nu are un timbru frumos, clar.

Prin multe exerciții, intensitatea și înălțimea unei voci se pot ameliora, timbrul însă nu se schimbă. El depinde de calitatea coardelor vocale.

Scanned with CamScanner

Experienţele au arătat că atunci cînd un instrument muzical emite un sunet, se produc în acelaşi timp şi alte sunete mai slabe. Aceste sunete foarte slabe care însoţesc sunetul principal se numesc *armonice* şi ele au înălţimi de 2, 3, 4, 5... etc. ori mai mari decît sunetul fundamental. *Timbrul unui sunet depinde de armonicele care îl însoţesc.* S-a constatat că dacă aceste armonice sînt în număr de 5—6 şi au intensităţi mijlocii, sunetul produs are un timbru plăcut. Astfel sînt sunetele produse de vioară, pian, violoncel, în special de instrumentele cu coarde.

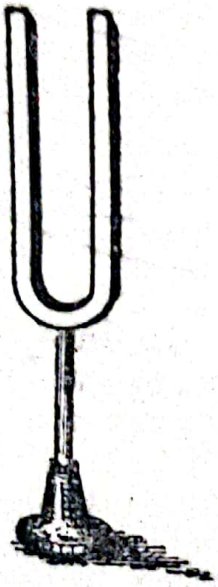


Fig. 14
Diapazonul.

Cînd însă armonicele sînt în număr mare şi cele superioare predomină prin intensitate, atunci timbrul devine strident, ca la instrumentele de alamă.

În concluzie, sunetele au trei calităţi fundamentale: *înălţimea*, *intensitatea* şi *timbrul.*

Diapazonul. Diapazonul este un instrument muzical care produce întotdeauna aceeaşi notă. După cum s-a arătat, este format dintr-o vergea de oţel îndoită în formă de *U* (fig. 14) şi terminat cu un fel de mîner de care-l putem ţine cu mîna. Uneori diapazonul se poate fixa la o cutie cu ajutorul unei piuliţe.

Diapazonul care dă nota *la*, cu 435 de vibraţii pe secundă, este cel mai obişnuit. El este folosit de muzicanţi pentru a da tonul sau pentru acordarea diferitelor instrumente muzicale.

Scanned with CamScanner

Cînd lovim de masă diapazonul, el începe să vibreze. Fiecare ramură se apropie și se depărtează de poziția ei de repaus. Ramurile diapazonului vibrează întocmai ca o lamă elastică, dar cu amplitudini mai mici, care nu se văd cu ochiul liber.

Propagarea sunetului. Un sunet produs într-un loc se poate auzi la distanță mare. Înseamnă că *sunetele se propagă prin aer* și ajung la urechea noastră.

Propagarea sunetului prin aer se face tot prin vibrații. Cînd un clopoțel sună, el vibrează și izbește stratul de aer dimprejur, care începe să vibreze. La rîndul său stratul de aer din imediata apropiere face să vibreze un alt strat. Și astfel stratele de aer din jurul clopoțelului încep să vibreze unul după altul pînă ce vibrațiile ajung la urechea noastră, pe care o impresionează. Mișcările vibratorii care se propagă în aer de la un strat la altul se numesc *unde* și, fiindcă ele se propagă la fel în toate direcțiile, iau forma unor sfere (fig. 15). Stratele de aer din jurul clopoțelului vibrează din aproape în aproape, formînd *unde sonore* care se propagă în spațiu. Deci, *sunetele se propagă prin unde.*

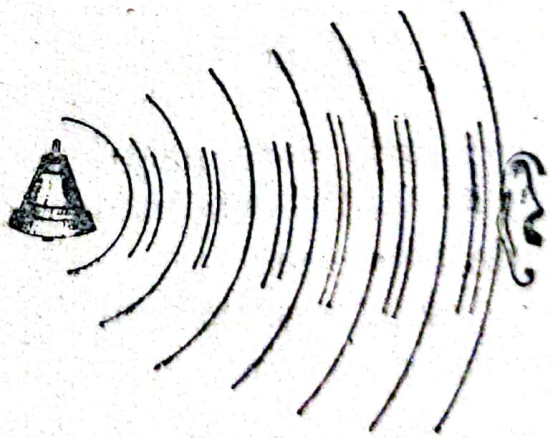


Fig. 15 — Unde sonore.

Experiență. Pe platina mașinii pneumatice așezăm un clopot de sticlă în care se află o sonerie electrică (fig. 16). Facem să sune soneria și scoatem aerul de sub clopot. Pe măsură

ce scoatem aerul, sunetul se aude din ce în ce mai slab. Cînd tot aerul de sub clopot a fost scos, sunetul nu se mai aude, cu toate că se ob-

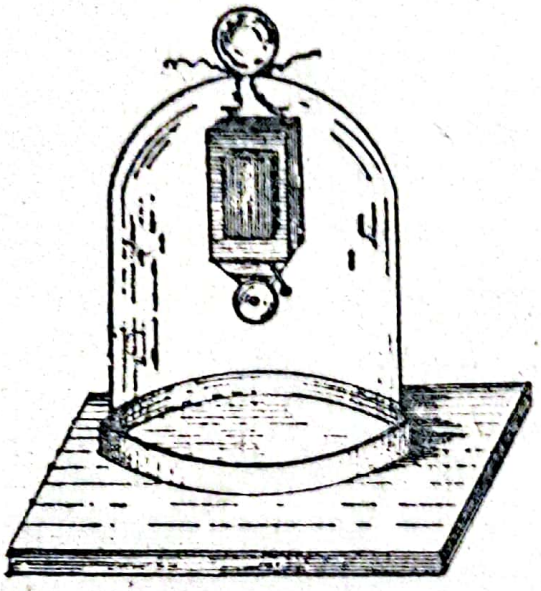


Fig. 16 — Sunetul nu se propagă prin vid.

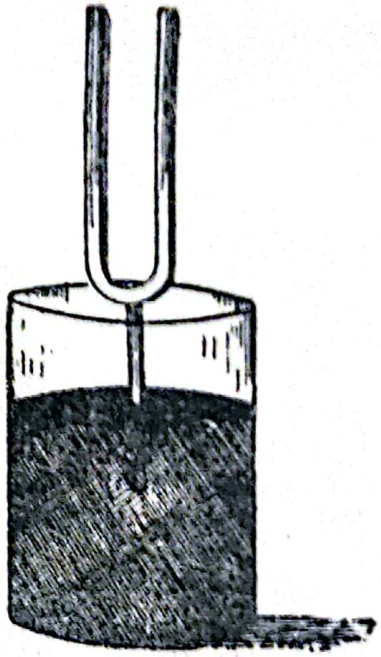


Fig. 17 — Propagarea sunetului în lichide.

servă cum ciocănașul soneriei izbește în clopoțel. Dacă lăsăm să intre aer sub clopot, soneria se aude din nou.

Această experiență dovedește că *sunetul nu se propagă în vid.*

Experiență. Luăm un diapazon pe care-l facem să sune. Diapazonul produce un sunet slab. Introducem coada diapazonului într-un vas cu apă sau mai bine într-un vas cu mercur (fig. 17). Sunetul devine mai puternic. Vibrațiile diapazonului se comunică și lichidului și prin *lichide sunetul se propagă mai bine decît prin gaze.*

Așa se explică de ce cînd sîntem în apă auzim sunetele mai bine decît în aer. Pescarii știu că

Scanned with CamScanner

nu trebuie să facă zgomot, pentru că peștii aud foarte bine și fug.

Experiență. La capătul unei mese mai lungi așezăm un ceasornic de buzunar. Dacă stăm la capătul celălalt al mesei, tic-tacul ceasornicului se aude foarte slab sau de loc. Lipind urechea de masă, vom auzi tic-tacul ceasornicului mult mai deslușit, ceea ce arată că prin lemn sunetul se propagă mai bine decît prin aer sau lichide.

Prin corpurile solide sunetul se propagă mai bine decît prin cele lichide.

Ca să audă tropotul cailor de la distanță mare, oamenii înainte vreme lipeau urechea de pămînt. Lipind urechea de șina căii ferate putem auzi zgomotul trenului de la o distanță de peste un kilometru.

În concluzie sunetul se propagă prin corpurile solide, lichide sau gazoase; prin vid, sunetul nu se propagă.

Viteza sunetului. Privind de la o distanță mai mare un tăietor de lemne, întîi vedem cum omul izbește lemnul cu toporul și numai după cîtva timp auzim sunetul produs. Aceasta înseamnă că sunetul are nevoie de un timp oarecare ca să ajungă la urechea noastră, adică el se propagă cu o anumită viteză.

Pentru ca să se măsoare viteza sunetului în aer, s-au așezat pe două dealuri cîte un tun și un observator. Dealurile erau depărtate între ele cu 29 km. Fiecare observator avea un ceasornic foarte precis, numit *cronometru*, care măsura zecimile de secundă.

Aceste ceasornice porneau cînd se apăsa pe un buton și se opreau la o nouă apăsare pe același

Scanned with CamScanner

buton. Se trăgea cu tunul de pe unul din dealuri. Observatorul de pe celălalt deal pornea cronometrul în momentul cînd vedea flacăra tunului și îl oprea cînd auzea zgomotul produs de explozie. S-a constatat că sunetul se auzea în medie după 86 s de la producere. Pentru calcularea vitezei s-a împărțit spațiul la timp.

$$v = \frac{S}{t} = \frac{29\,000 \text{ m}}{86 \text{ s}} = 337{,}21 \text{ m/s}.$$

Viteza sunetului în aer nu este aceeași la orice temperatură. Astfel la temperatura de 16°C viteza sunetului în aer este de 340 m/s; în experiența descrisă mai sus, măsurătoarea s-a făcut la 12°C. S-a constatat că viteza sunetului crește cînd crește temperatura. Cunoscînd viteza sunetului în aer se poate afla ușor la ce distanță se produce un zgomot (de exemplu tunetul, o lovitură de tun etc.). Să studiem cazul fulgerului și să presupunem că de la vederea fulgerului și pînă la auzirea tunetului au trecut 6 s. Înseamnă că distanța S la care s-a produs fulgerul este :

$$S = v \times t = 340 \times 6 = 2040 \text{ m}.$$

Viteza sunetului este diferită de la un gaz la altul. În general, dacă un gaz este mai ușor, sunetul se propagă prin el cu o viteză mai mare.

În lichide, viteza sunetului este mai mare decît în gaze. Determinîndu-se viteza sunetului în apa lacului Geneva s-a găsit că este de 1435 m/s, deci mult mai mare decît în aer (cam de 4 ori).

În corpurile solide, viteza sunetului este și mai mare decît în lichide și depinde de natura corpului.

Scanned with CamScanner

Astfel, în oțel, viteza sunetului este de 5000 m/s, în lemn de 3000 m/s etc.

Reflexia sunetului. *Experiență.* Așezăm un ceasornic pe fundul unui vas mai larg (fig. 18) și ne depărtăm atît, încît să nu mai auzim tic-tacul ceasornicului. Dacă cineva așază deasupra vasului o oglindă sau chiar un geam înclinat, așa cum se vede în figură, atunci auzim tic-tacul ceasornicului. Ne explicăm acest fenomen astfel. Undele sonore care pleacă de la ceasornic în direcția *AM* lovesc obstacolul *M* (oglinda sau geamul), își schimbă direcția îndreptîndu-se după direcția *MB* și ajung la urechea noastră. *Schimbarea de direcție pe care o suferă o undă sonoră cînd se izbește de un obstacol se numește reflexia sunetului.*

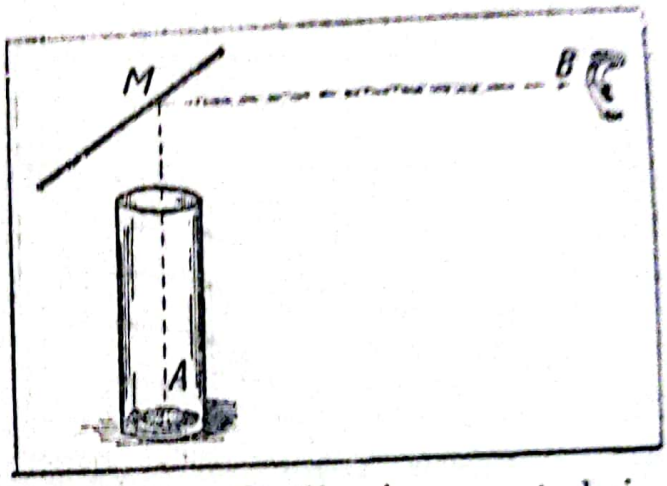


Fig. 18 — Reflexia sunetului.

Ecoul. Cînd sîntem în apropierea unui deal, a unei păduri etc., se întîmplă ca să auzim încă o dată sunetele pe care le pronunțăm, ca și cum ne-ar îngîna cineva.

Fenomenul acesta se numește *ecou*. Undele sonore ajungînd la suprafața obstacolului se reflectă (fig. 19) pe același drum și le auzim încă o dată. Urechea noastră nu poate distinge două sunete, decît dacă ele se aud la un interval de timp mai mare de $\frac{1}{10}$ s. Cînd distanța pînă la obsta-

Scanned with CamScanner

col este mai mare de 17 m, înseamnă că sunetul face dus și întors mai mult de 34 m, adică mai mult de $\frac{1}{10}$ s. Sunetul reflectat ajungînd la urechea noastră după un interval de timp mai mare de $\frac{1}{10}$ s va putea fi auzit distinct de sunetul emis. Așa se produce ecoul.

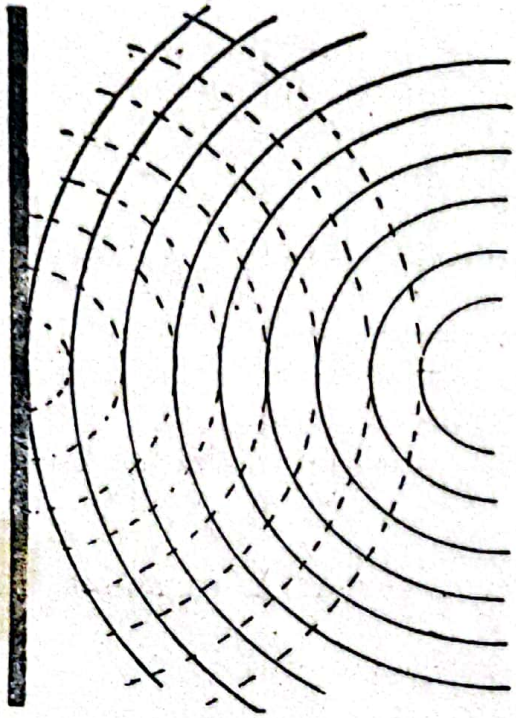


Fig. 19 — Reflexia undelor sonore.

Distanța minimă de 17 m este suficientă pentru producerea ecoului în cazul sunetelor monosilabice. Pentru a se putea obține ecoul sunetelor mai lungi, distanța pînă la obstacol trebuie să fie mai mare de 17 m.

Uneori, cînd ne aflăm într-o vale închisă de mai multe dealuri sau munți, ecoul se repetă de mai multe ori. Undele sonore se reflectă izbindu-se de fiecare deal sau munte, așezate la distanțe diferite.

Dacă distanța pînă la obstacol este mai mică de 17 m, sunetul reflectat revine la urechea noastră după un timp mai mic de $\frac{1}{10}$ s și nu poate fi auzit separat. În acest caz sunetul reflectat face totuși ca sunetul emis să fie auzit mai prelungit.

Scanned with CamScanner

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este o mișcare oscilatorie?
2. Ce este pendulul?
3. Ce deosebire este între o oscilație simplă și una completă?
4. Ce se înțelege prin perioada unei oscilații?
5. Ce sînt oscilațiile izocrone?
6. Ce se numește amplitudine?
7. Cum oscilează două pendule de lungimi diferite?
8. Cum oscilează două sau mai multe pendule de aceeași lungime, dar făcute din substanțe diferite?
9. La ce se întrebuințează pendulul?
10. Ce sînt vibrațiile?
11. Cum vibrează o lamă elastică cînd i se variază lungimea?
12. Cum se produce sunetul?
13. Care sînt calitățile sunetului?
14. De ce depinde fiecare calitate a sunetului?
15. Ce deosebire există între un sunet muzical și un zgomot?
16. Ce este diapazonul?
17. Cum dovediți că un corp care produce un sunet vibrează?
18. Ce se înțelege prin propagarea sunetului?
19. Cum se propagă sunetul în aer?
20. Cum se dovedește că sunetul nu se propagă în vid?
21. Cum este viteza sunetului în corpurile lichide față de gaze?
22. Cum este viteza sunetului în corpurile solide față de cele lichide și gaze?
23. Ce înseamnă reflexia sunetului?
24. Ce este ecoul?
25. În ce condiții se produce ecoul?

PROBLEME

1. Care este viteza sunetului într-un mediu oarecare, dacă se aude sunetul de la distanța de 6000 m după 12 s?

Raspuns: $v = 500$ m/s.

Scanned with CamScanner

2. La ce distanță s-a produs un fulger, dacă tunetul s-a auzit după 5 secunde?

Răspuns: 1700 m.

3. În cît timp se va propaga sunetul de la un capăt la celălalt, într-o bară de oțel lungă de 500 m?

Răspuns: $t = \frac{1}{10}$ s.

4. Care este frecvența unui sunet cu 5000 de vibrații în 20 s?

Răspuns: $N = 250$.

5. Care este perioada vibrațiilor unui sunet cu frecvența de 360?

Răspuns: $T = \frac{1}{360}$ s.

6. După cît timp va străbate un sunet un canal lung de 5,6 km plin cu apă, dacă viteza sunetului în apă este de 1400 m/s?

Răspuns: $T = 4$ s.

Scanned with CamScanner

OPTICA

PROPAGAREA LUMINII

Izvoare de lumină. Soarele, stelele, becul electric, flacăra etc. sînt izvoare de lumină, deoarece răspîndesc în jurul lor lumină. În general, noi folosim ca izvoare de lumină corpuri foarte calde, aduse la incandescență. Soarele emite lumină fiindcă este foarte cald. Filamentul becului electric, cînd este puternic încălzit, emite lumină. De asemenea, flacăra lămpii de petrol este luminoasă deoarece în ea se află părticele de cărbune încălzite la incandescență. În aceste izvoare, energia calorică se transformă în energie luminoasă. Sînt și izvoare luminoase care folosesc alte forme de energie pentru a produce lumină. De exemplu: licuricii emit o lumină rece, pe baza energiei chimice.

Izvoarele de lumină emit lumină în toate direcțiile. Cînd energia luminoasă ajunge la ochiul nostru, îl impresionează și astfel vedem. Corpurile se văd deoarece trimit lumină în jurul lor. Unele corpuri au lumină proprie, adică sînt izvoare de lumină (soarele, lămpile electrice, flăcările etc.). Acestea sînt *corpuri luminoase*. Alte corpuri, cum sînt banca, scaunul, masa etc., se văd fiindcă primesc lumina de la soare sau de la becul electric și apoi o răspîndesc în jurul lor. De asemenea, vedem Luna pentru că primește

Scanned with CamScanner

lumina de la Soare. Asemenea corpuri sînt *corpuri luminate*. Deci, atît corpurile luminoase, cît și cele luminate emit lumină în jurul lor și de aceea se văd.

Propagarea luminii. Sticla, apa, aerul etc. lasă să treacă lumina prin ele; se numesc *corpuri transparente*. Sînt alte corpuri care nu lasă să treacă lumina prin ele, cum sînt: lemnele, cartonul, fierul, pămîntul etc. Acestea se numesc *corpuri opace*. Privind o lumînare printr-o placă de sticlă roasă sau printr-o hîrtie unsă cu untdelemn, nu vedem forma flăcării, ci numai o pată luminoasă. Lumina emisă de flacăra lumînării este împrăștiată de sticla roasă, sau de hîrtia unsă și nu poate ajunge direct la ochii noștri. Asemenea corpuri care împrăștie lumina se numesc *corpuri translucide*. Sticla roasă, hîrtia unsă, porțelanul subțire etc. sînt corpuri translucide.

Propagarea rectilinie a luminii. De la un corp luminos, lumina pleacă sub formă de raze în toate direcțiile. Soarele trimite raze de lumină în toate direcțiile și mersul acestora se poate vedea în special la răsăritul și apusul soarelui. Tot așa de bine se poate vedea mersul razelor de lumină cînd acestea pătrund într-o cameră și în aer este praf. În urma acestor observații asupra razelor de lumină, se vede că acestea se propagă în linie dreaptă.

Linia dreaptă după care se propagă lumina se numește rază de lumină. Numele de rază vine de la faptul că lumina pleacă de la corpurile luminoase în toate direcțiile, ca și razele unei sfere.

Sînt numeroase experiențele prin care putem dovedi că lumina se propagă în linie dreaptă.

Scanned with CamScanner

Experiență. Luăm două cartoane care au fiecare la mijloc cîte o deschidere circulară mică (fig. 20). Așezăm cele două cartoane paralel și în fața cartonului *A* punem o lumînare aprinsă. Privind prin deschiderea cartonului *B*, vedem lumina numai cînd flacăra lumînării, cele două deschideri și ochiul nostru se află pe aceeași linie dreaptă. Deplasînd unul din cartoane în sus sau în jos, la dreapta sau la stînga, nu mai vedem lumina. În acest

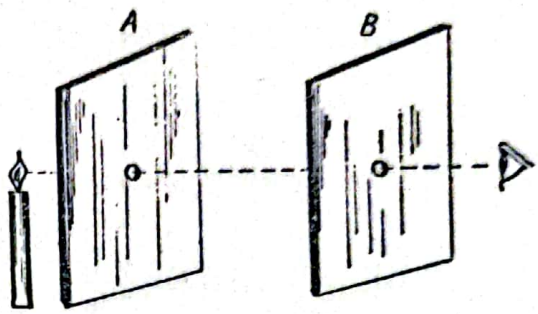


Fig. 20 — Propagarea luminii în linie dreaptă.

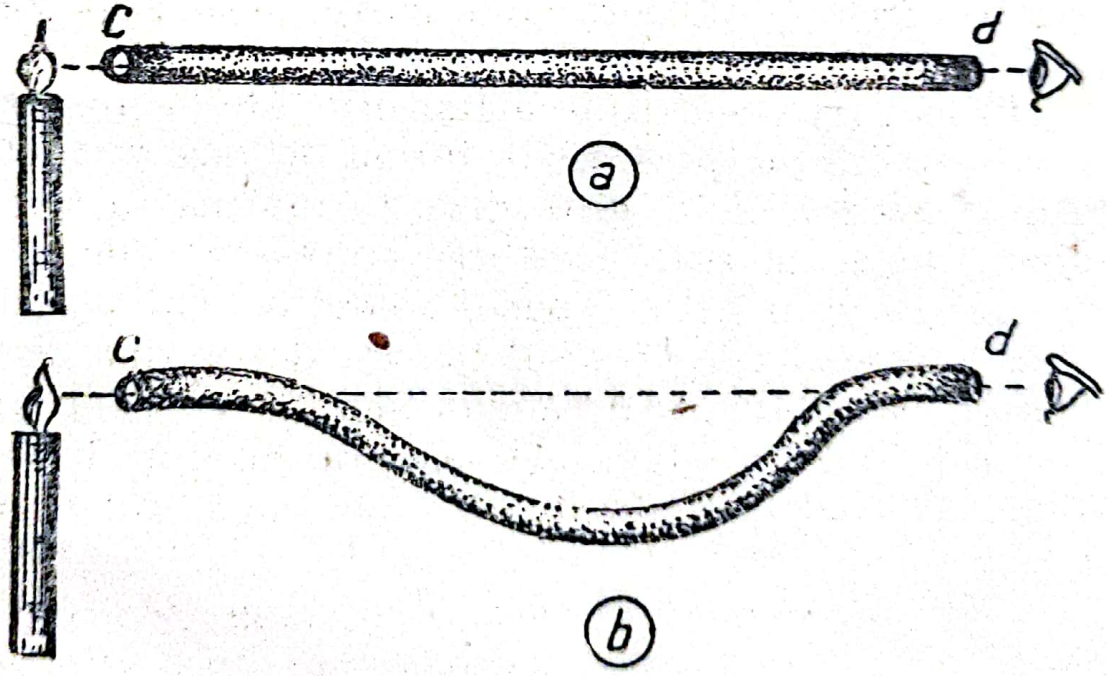


Fig. 21 — Prin tubul îndoit, flacăra nu se vede.

caz razele de lumină nu mai pot ajunge la ochiul nostru, deoarece ele se propagă în linie dreaptă.

Scanned with CamScanner

Experiență. Privim flacăra unei lumînări printr-un tub de cauciuc (fig. 21 a). Dacă tubul de cauciuc este drept, razele de lumină pot trece și noi vedem flacăra lumînării. Dacă tubul de cauciuc este îndoit, razele de lumină nu mai pot trece și nu vedem lumina emisă de lumînare (fig. 21 b). Această experiență este o nouă dovadă că lumina se propagă în linie dreaptă.

Faptul că lumina se propagă în linie dreaptă are multe aplicații în practică. Astfel, ca să trasăm pe teren o linie dreaptă, procedăm în felul următor:

Se folosesc în acest scop bastoane cu vîrful de fier și avînd pe ele trasate dungi colorate, numite *jaloane*. Se înfige un jalon în pămînt și la o distanță oarecare se înfige un al doilea jalon, în direcția pe care vrem să o trasăm (fig. 22). Între ele se înfig alte jaloane, pe aceeași direcție, astfel că

Fig. 22 — Trasarea unei linii drepte pe teren.

privind să se vadă numai unul singur. Jaloanele sînt aranjate astfel în linie dreaptă. Așa procedează muncitorii cînd vor să instaleze stîlpii unui gard.

Scanned with CamScanner

Camera neagră este tot o aplicație a propagării luminii în linie dreaptă. Camera neagră (fig. 23) este făcută dintr-o cutie de carton de formă

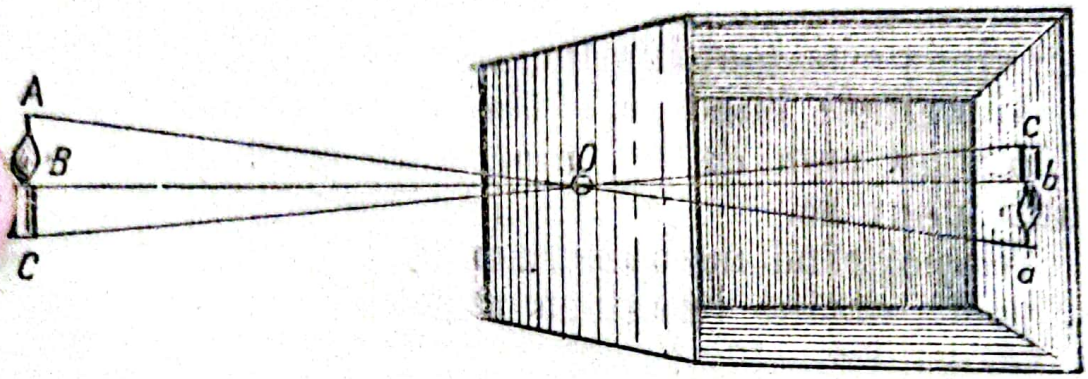


Fig. 23 — Camera neagră.

paralelipipedică, cu pereții negri, în care nu pătrunde lumina. Peretele din față al cutiei are o deschidere mică *O*, făcută cu vîrful unui ac. Peretele din spate este înlocuit cu o foaie de hîrtie unsă sau o placă de sticlă roasă, ca să fie translucidă. Așezînd în fața camerei negre un obiect luminos, de exemplu o lumînare aprinsă, și privind prin peretele translucid, vedem imaginea răsturnată a lumînării.

Explicația fenomenului este următoarea. De la flacăra lumînării pornesc raze de lumină. Razele de lumină, trecînd prin deschiderea camerei negre, vor forma pe peretele opus pete de lumină. Din reunirea acestor pete de lumină se formează imaginea lumînării. După cum se vede din figură, punctele din partea de sus *A* a lumînării formează pete luminoase în *a*, partea de jos a imaginii, iar punctele din partea de jos *C* a lumînării formează pete de lumină în partea de sus a imaginii, în *c*. Ca urmare, imaginea obținută în camera neagră este răsturnată.

Scanned with CamScanner

Imaginea este cu atît mai clară, cu cît deschiderea este mai mică. Cînd deschiderea este prea mică, imaginea obținută este puțin luminoasă și se vede greu. Dacă deschiderea este mai mare, imaginea este mai luminoasă, dar nu așa de clară.

Rezultate bune se obțin cînd deschiderea are diametrul cam de 0,5 mm, care corespunde vîrfului unui ac.

Atunci cînd nu dispunem de o cameră neagră, se poate obține imaginea răsturnată a lumînării și în alt fel.

Experiență. Luăm o bucată de carton subțire în mijlocul căreia am făcut o deschidere circulară cu ajutorul unui ac. Așezăm acest carton lîngă un perete mai întunecat, la o distanță cam de 20—30 cm. În fața cartonului, la o depărtare ceva mai mare punem o lumînare aprinsă. Pe perete se formează imaginea răsturnată a lumînării, ca și într-o cameră neagră.

Fascicul de lumină. O rază de lumină reprezintă numai linia dreaptă după care se propagă lumina. Oricît de mică ar fi deschiderea făcută într-un paravan, prin ea nu trece numai o rază de lumină, ci un mănunchi de raze numit *fascicul de lumină*. Putem vedea ușor un fascicul de lumină, cînd acesta trece printr-o cameră întunecoasă, în care s-a făcut fum sau în care există praf care plutește în aer.

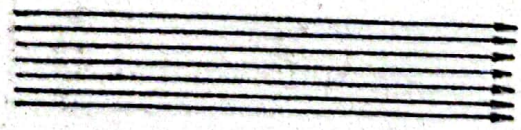


Fig. 24 — Fascicul paralel.

Într-un fascicul luminos, razele pot fi paralele și atunci avem un fascicul paralel (fig. 24).

Se întîmplă uneori că razele de lumină pleacă dintr-un punct și se depărtează între ele din ce

Scanned with CamScanner

în ce (diverg) (fig. 25). Un asemenea fascicul se numește *fascicul divergent*. Alteori razele de lumină se îndreaptă către același punct, unde se întîlnesc (converg). Un asemenea fascicul se numește *fascicul convergent* (fig. 26).

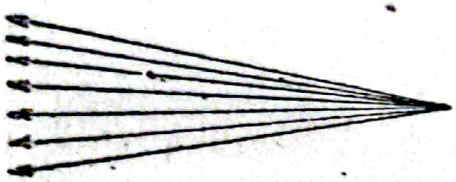


Fig. 25—Fascicul divergent.

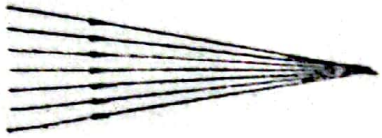


Fig. 26 — Fascicul convergent.

Umbră și penumbră. Considerăm un punct luminos S (fig. 27) și la oarecare distanță un corp opac A. De la punctul luminos pleacă raze de lumină în toate direcțiile. În regiunea din spatele corpului opac, razele de lumină nu pot pătrunde, deoarece ele, mergînd în linie dreaptă, sînt oprite de acesta. Aici se formează *umbra corpului*. Așezînd un paravan în spatele corpului, se obține o pată întunecoasă de forma corpului opac, care este umbra lui proiectată pe paravan. Regiunea umbrită dintre corpul opac și paravanul P formează un trunchi de con, care face parte dintr-un con cu vîrful în punctul luminos S.

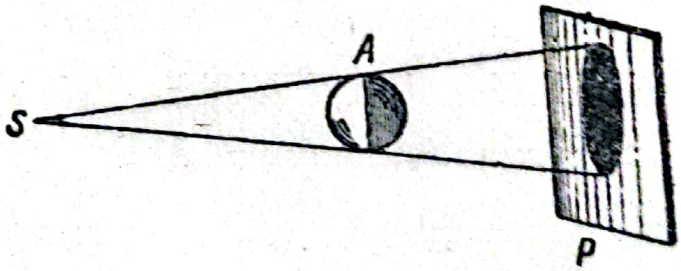


Fig. 27 — Umbra.

Experiență. Așezăm în fața unui paravan sau în fața unui perete și în dreptul unei lumînări aprinse un disc metalic A (fig. 28). Se formează pe paravan o pată întunecată B care

Scanned with CamScanner

este umbra lui. În jurul acestei umbre B se formează o pată inelară C, mai puțin întunecată, care se numește *penumbră*. Din figura 28 se observă că umbra este regiunea unde nu pătrunde de

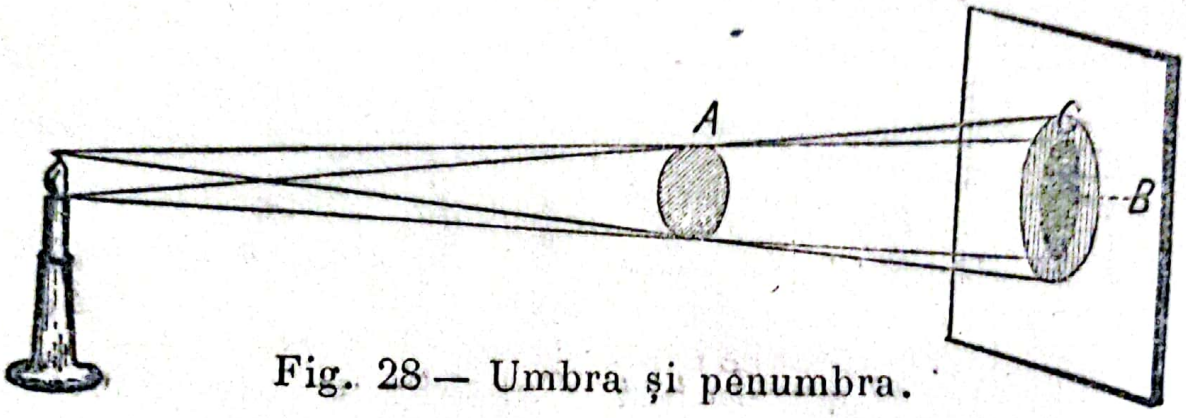


Fig. 28 — Umbra și penumbra.

loc lumina. Penumbra este formată din regiunea unde pătrunde numai o parte din lumina flăcării. Penumbra este cu atît mai îngustă cu cît izvorul de lumină este mai mic. Dacă aceasta s-ar reduce la un punct, penumbra ar dispare și umbra n-ar mai fi înconjurată de penumbră. Cu ajutorul umbrei și penumbrei ne explicăm eclipsele de Lună și de Soare.

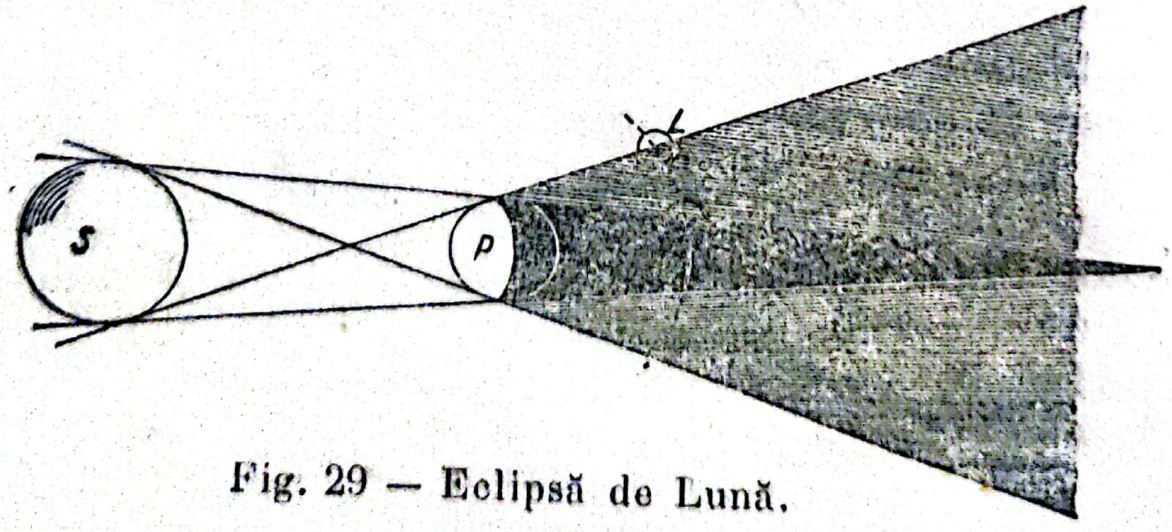


Fig. 29 — Eclipsă de Lună.

Eclipsele de Lună și Soare. Considerăm Pămîntul P situat între Soare S și Lună L (fig. 29).

Scanned with CamScanner

Luna, în mișcarea ei în jurul Pămîntului, se întîmplă să intre în conul de umbră al Pămîntului și nu mai primește lumină de la Soare. Așa se produce eclipsa de Lună. Cînd numai o parte a Lunii intră în conul de umbră al Pămîntului, se produce *eclipsă parțială de Lună*. Cînd toată suprafața Lunii este cuprinsă în conul de umbră al Pămîntului, ea nu mai primește de loc lumină de la Soare și atunci se produce *eclipsă totală de Lună*.

Eclipsele de Soare se produc atunci cînd Luna, în mișcarea ei, se interpune între Soare și Pămînt. În acest caz, Pămîntul trece prin conul de umbră al Lunii. Pentru toate punctele de pe Pămînt, care se află în conul de umbră al Lunii, cum este punctul *M* (fig. 30) unde nu pătrunde de loc lumină de la Soare, se va produce *eclipsă totală de Soare*.

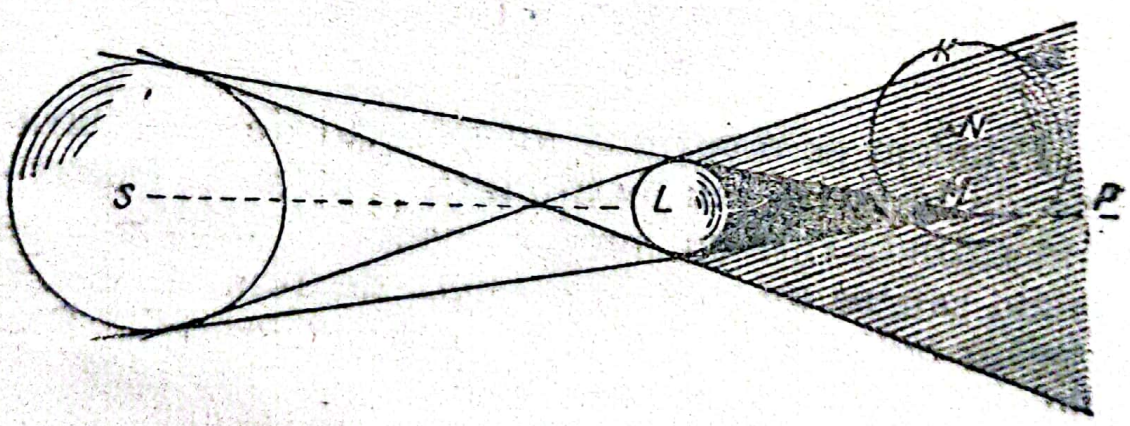


Fig. 30 — Eclipsă de Soare.

Pentru punctele de pe Pămînt situate în conul de penumbră al Lunii, cum este punctul *N*, va fi *eclipsă parțială de Soare*. Din aceste puncte se vede numai o parte din Soare.

Scanned with CamScanner

În sfîrșit, pentru punctele situate pe suprafața Pămîntului, care nu se află nici în conul de umbră, nici în cel de penumbră (punctul *R*), nu va fi văzută eclipsa de Soare.

Deoarece Pămîntul este mult mai mare decît Luna, nu poate să fie eclipsă totală de Soare pentru toate punctele de la suprafața Pămîntului. Din această cauză, eclipsele de Soare se pot observa numai în anumite regiuni, și anume în acelea care sînt cuprinse în conul de umbră al Lunii.

Lumina se propagă cu o viteză enorm de mare, de 300 000 km/s. O rază de lumină poate să înconjure Pămîntul de șapte ori și jumătate în timp de o secundă, de aceea ni se pare că lumina se propagă instantaneu.

REFLEXIA LUMINII

Prindem pe o oglindă un fascicul de raze paralele, de la Soare sau de alt izvor luminos. Îndreptînd oglinda într-un mod convenabil, obținem pe un zid sau pe un paravan o pată de lumină. Dacă mișcăm oglinda se mișcă și pata de lumină. Razele de lumină cînd ajung la suprafața oglinzii își schimbă direcția, adică se reflectă. Orice suprafață bine lustruită poate să reflecte lumina.

Numim reflexie schimbarea direcției razelor de lumină cînd întîlnesc o suprafață lucie.

Legile reflexiei. Pentru a studia fenomenul reflexiei luminii, ne putem folosi de un aparat

Scanned with CamScanner

ca în figura 31, numit disc Hartl. Acesta este făcut dintr-un disc de metal, gradat, la mijlocul căruia se poate fixa o oglindă M cu ajutorul unui șurub. Linia OO cade perpendicular pe suprafața oglinzii. Gradațiile pe marginea discului încep cu

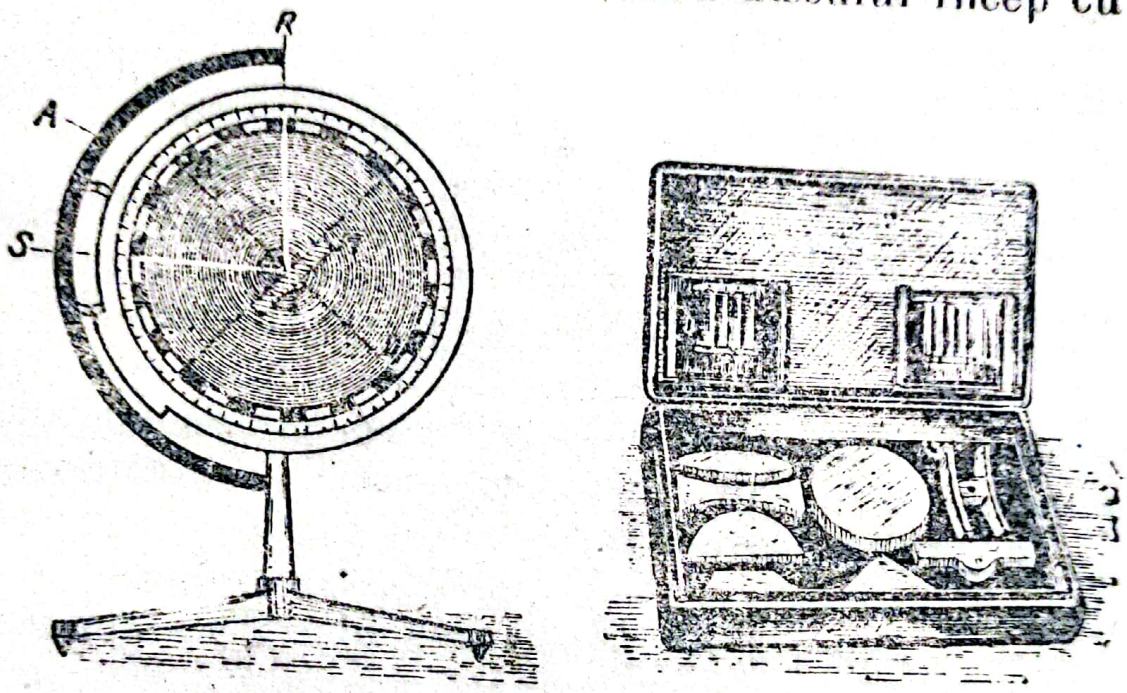


Fig. 31 — Discul Hartl cu trusa lui.

zero, chiar de la această linie, adică din punctul O, atît înspre dreapta, cît și înspre stînga. Pe marginea discului se află o apărătoare rotundă A, din tablă neagră, prevăzută cu o deschidere de formă alungită, prin care trec razele de lumină. Această apărătoare se poate roti cu ajutorul unui mîner aflat în spatele aparatului.

Experiență. Facem ca lumina de la Soare sau de la un alt izvor puternic de lumină să cadă pe apărătoarea aparatului descris mai sus. Razele de lumină trec prin deschiderea de formă alungită, ajung la oglindă și se reflectă. Mersul acestor raze se vede foarte bine, întrucît ele lasă

Scanned with CamScanner

o dîră luminoasă pe discul aparatului. Se poate observa ușor cum razele de lumină, ajungînd la suprafața oglinzii, își schimbă direcția, adică se reflectă.

Mișcînd apărătoarea în sus sau în jos, facem ca raza de lumină să cadă chiar pe mijlocul oglinzii în punctul *I*, de unde pleacă și perpendiculara *IO*. Dacă raza care vine la oglindă face cu direcția *IO* un unghi de 30°, se poate ușor observa că și raza care pleacă de la oglindă face cu *IO* tot un unghi de 30°. Deplasînd apărătoarea, facem ca raza să vină la oglindă sub unghiuri diferite. Vom constata că totdeauna unghiul făcut de raza care vine la oglindă cu direcția *IO* este egal cu unghiul făcut de raza care pleacă cu aceeași direcție *IO*.

Pentru a lămuri fenomenul, facem un desen (fig. 32). Considerăm o suprafață plană și lucioasă *MM'*. *În optică, orice suprafață lucie care reflectă lumina se numește oglindă.* Deci, suprafața plană *MM'* este o oglindă. Raza de lumină *SI*, care vine la oglindă, se numește *rază incidentă*. Raza de lumină *IR*, care pleacă de la oglindă, după ce a suferit fenomenul de reflexie, se numește *rază reflectată*. Punctul *I*, în care cade raza incidentă pe oglindă, se numește *punct de incidență*. Perpendiculara *IN*, ridicată pe suprafața oglinzii, în punctul de incidență, se numește *normală*. La aparatul descris mai sus, normala este chiar dreapta *IO*. Unghiul *SIN*, făcut de raza incidentă

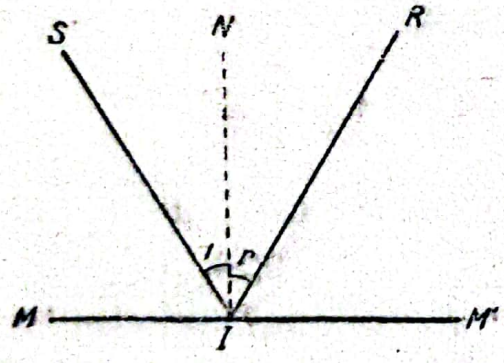


Fig. 32—Reflexia luminii.

Scanned with CamScanner

cu normala, se numește *unghi de incidență*; unghiul *RIN*, făcut de raza reflectată cu normala, se numește *unghi de reflexie*. Dacă în experiența cu reflexia luminii facem să cadă raza de lumină sub unghiuri de incidență diferite, se constată că raza reflectată pleacă sub aceleași unghiuri de reflexie. Deci unghiul de reflexie este egal cu unghiul de incidență. Raza incidentă, normala și raza reflectată sînt în același plan, deoarece se pot urmări pe suprafața discului. Rezultă că reflexia se face după următoarele legi:

1. *Unghiul de incidență este egal cu unghiul de reflexie.*

2. *Raza incidentă, normala și raza reflectată se găsesc totdeauna în același plan.*

Raza incidentă și raza reflectată sînt reversibile. În adevăr, dacă raza reflectată devine rază incidentă, atunci raza incidentă devine rază reflectată. Cînd se micșorează unghiul de incidență, se micșorează la fel și unghiul de reflexie.

Cînd unghiul de incidență are mărimea de zero grade, și cel de reflexie va fi tot zero grade. În acest caz, raza incidentă fiind perpendiculară pe suprafața oglinzii, la fel va fi și raza reflectată. O rază de lumină care cade perpendicular pe suprafața unei oglinzi se reflectă pe același drum, mergînd însă în sens invers.

Difuziunea luminii. Numai suprafețele lucii reflectă lumina în mod regulat. Suprafețele nelustruite, cum sînt suprafețele zidurilor, scîndurilor etc., împrăștie razele de lumină, deoarece prezintă neregularități. Suprafețele cu neregularități vor reflecta razele de lumină în diferite

Scanned with CamScanner

direcții (fig. 33) deoarece neregularitățile suprafeței sînt ca niște mici oglinzi cu unghiuri de înclinare diferite. Razele de lumină vor fi împrăștiate astfel în toate direcțiile. Împrăștierea razelor de lumină de către suprafețele neregulate se numește *difuziunea luminii*. Datorită acestui fenomen putem vedea corpurile din orice direcție.

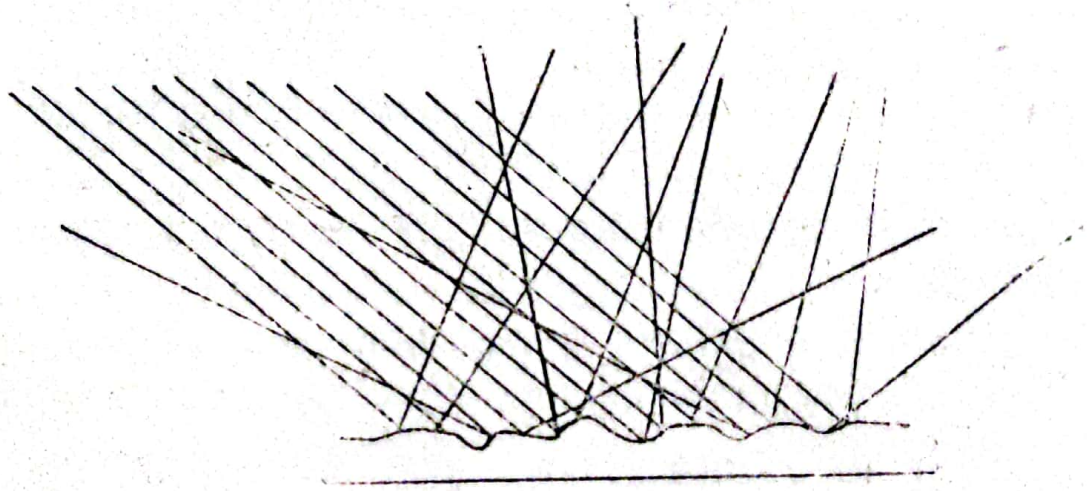


Fig. 33 — Difuziunea luminii.

Oglinzi plane. Orice suprafață lucioasă și plană este o oglindă plană. Astfel, suprafața unui geam, a apei liniștite, a unei plăci de metal lustruite etc., sînt oglinzi plane. În practică se folosesc ca oglinzi plane, plăci de sticlă acoperite pe una din fețe cu un strat de argint, ca să reflecte lumina mai bine. Uneori se folosesc și oglinzi metalice făcute dintr-o placă de metal bine lustruită. Acestea însă au defectul că se zgîrie foarte ușor.

Așezînd un obiect în fața unei oglinzi plane și privind în oglindă, vom vedea imaginea acelui obiect. Această imagine este datorită razelor de lumină reflectate de oglindă. Să vedem cum se formează această imagine.

Scanned with CamScanner

Considerăm o oglindă plană MM' și un punct luminos S în fața ei (fig. 34). (Schematic, oglinda plană se reprezintă printr-o linie dreaptă ceva mai groasă.) Din punctul luminos S pleacă raze de lumină în toate direcțiile. O rază oarecare, de exemplu SI, ajungînd la oglindă, se reflectă. Ca să vedem în ce direcție merge raza reflectată, va trebui să ducem normala IN în punctul I. Raza reflectată va lua direcția IR, astfel ca unghiul de reflexie NIR să fie egal cu unghiul de incidență SIN. O altă rază SI' se va reflecta așa fel, ca unghiul de reflexie să fie egal cu unghiul de incidență. Raza reflectată va avea în acest caz direcția $I'R'$. Raza SO, care cade perpendicular pe oglindă, se va reflecta pe aceeași direcție, mergînd în sens invers, OS. După cum se vede din figură, razele reflectate diverg (deci nu se întîlnesc). Să prelungim punctat, în spatele oglinzii, razele reflectate. Toate aceste prelungiri se întîlnesc în punctul S'. Ochiul vede numai în linie dreaptă și, de aceea, cînd este așezat în fața oglinzii, în dreptul razelor reflectate, și privește în oglindă, are impresia că toate razele pornesc din punctul S'. Acest punct S' este imaginea punctului S. Este ușor de arătat că imaginea S' se află la aceeași distanță în spatele oglinzii, ca și punctul luminos

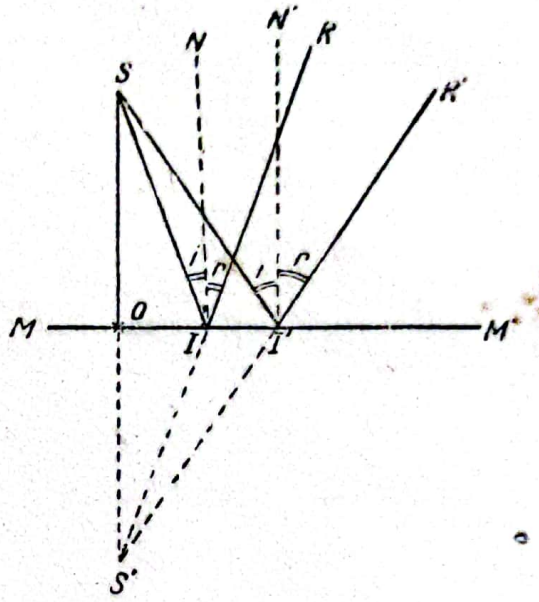


Fig. 34 — Imaginea unui punct într-o oglindă plană.

S; și pe perpendiculara SO dusă din S la oglindă. Spunem că imaginea este simetrică obiectului față de oglindă. La fel se formează și imaginea unui obiect luminos într-o oglindă plană. Presupunem că obiectul luminos este un segment de dreaptă AB, așezat în fața unei oglinzi MM' (fig. 35). Ca să construim imaginea acestui segment, va fi deajuns să găsim numai imaginile punctelor A și B, adică ale extremităților ei. Imaginea punctului A se va forma în spatele oglinzii, în A', la o distanță egală față de oglindă. În același fel, imaginea punctului B se va forma în B', tot la o distanță egală în spatele oglinzii. Unind punctele A' cu B' obținem imaginea segmentului AB în oglindă. După cum se observă, punctele situate mai aproape de oglindă își formează imagini mai apropiate. Punctele situate mai departe de oglindă își formează imagini mai depărtate. În acest fel imaginea este simetrică obiectului, față de oglindă.

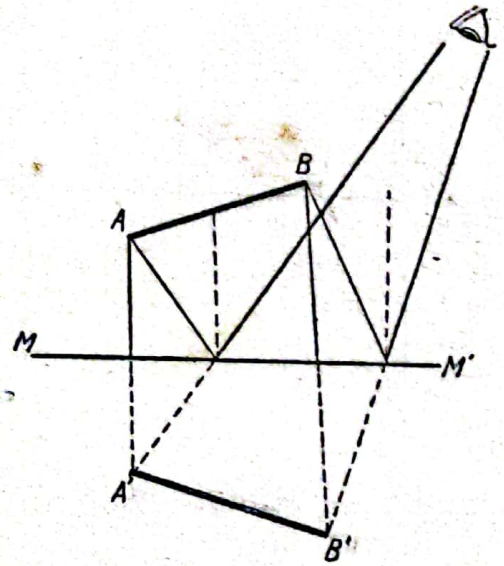


Fig. 35 — Imaginea unei drepte într-o oglindă plană.

Imaginea unui corp oarecare în oglindă se construiește la fel. Considerăm corpul format din puncte luminoase și facem imaginea fiecărui punct în parte. Din reunirea acestor puncte apare imaginea întregului corp. Imaginea seamănă cu obiectul, numai că este inversată. Astfel, imaginea mîinii drepte în oglindă seamănă cu mîna stîngă.

Scanned with CamScanner

Cînd privim în oglindă un om care scrie, ni se pare că ține tocul în mîna stîngă.

Imaginea în oglinda plană este simetrică obiectului față de oglindă.

Imaginile date de oglinzile plane se datoresc reflexiei luminii pe suprafața oglinzii. Ele nu există în realitate, deoarece nu se văd cînd privim

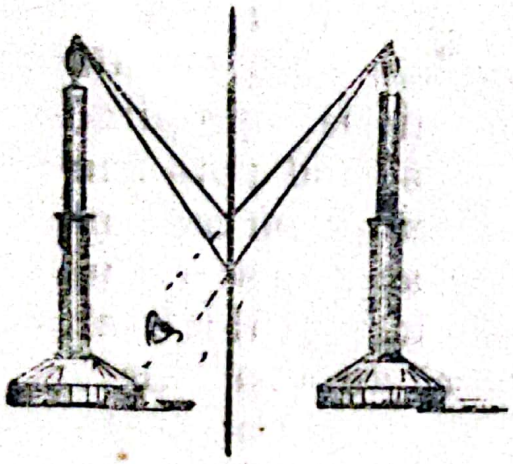


Fig. 36 — Imaginea unei lumînări într-o oglindă plană.

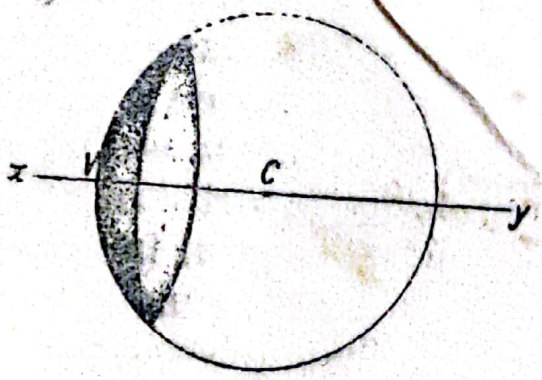


Fig. 37 — Oglindă concavă.

prin spatele oglinzii și nu pot fi prinse pe un paravan. De aceea asemenea imagini se numesc *imagini virtuale*, adică imagini nereale.

Figura 36 arată cum se formează imaginea unei lumînări într-o oglindă plană.

Oglinzi concave. O porțiune de sferă făcută din tablă, bine lustruită pe partea interioară ca să reflecte lumina, formează o *oglindă concavă*. La o asemenea oglindă concavă (fig. 37) distingem următoarele elemente:

Punctul C, care este centrul sferei din care face parte oglinda și care se numește *centrul oglinzii concave*. Al doilea element important este punctul V aflat la mijlocul porțiunii de sferă și

Scanned with CamScanner

care se numește *vîrful oglinzii*. Dreapta *xy*, care trece prin centrul și vîrful oglinzii, se numește *axul optic principal al oglinzii*.

Experiența. Luăm o oglindă concavă și o îndreptăm spre Soare, astfel ca razele de lumină să vină paralele cu axul ei principal. Razele de lumină de la Soare se vor reflecta pe suprafața oglinzii. Luăm o foaie mică de hîrtie și o așezăm în fața oglinzii între centrul și vîrful ei. Pe foaia de hîrtie se va forma o pată circulară luminoasă. Deplasăm foaia de hîrtie, apropiind-o sau depărtînd-o de oglindă, pînă cînd pata luminoasă se reduce la un punct. Dacă ținem mai mult timp foaia de hîrtie în acest loc, aceasta se aprinde, arătînd că punctul luminos este foarte cald. Ținînd mîna în acest punct, simțim căldură și chiar ne putem frige. Înseamnă că razele de lumină, după ce se reflectă în oglinda concavă, se strîng toate în acest punct *F*, numit focar principal (sau numai *focar*).

Focar principal se numește punctul de pe axul optic principal unde se întîlnesc, după reflexie, razele care vin la oglindă paralel cu acest ax.

Calculele arată că focarul principal al unei oglinzi concave se află la jumătatea distanței dintre centrul și vîrful oglinzii. Distanța dintre focarul și vîrful oglinzii se numește *distanță focală* (fig. 38). După cum se vede, distanța focală este egală cu jumătatea razei sferei din care face parte oglinda concavă.

Cunoscînd elementele unei oglinzi concave, putem arăta mersul razelor de lumină. Astfel, o rază ce vine paralel cu axul principal se va reflecta

Scanned with CamScanner

trecînd prin focarul oglinzii. Razele S_1I_1 și S_2I_2, paralele cu axul principal (fig. 38), după reflexie trec prin focarul F. Dacă o rază incidentă SI (fig. 39) cade pe oglindă trecînd prin focar, ea se va reflecta paralel cu axul principal, luînd direcția

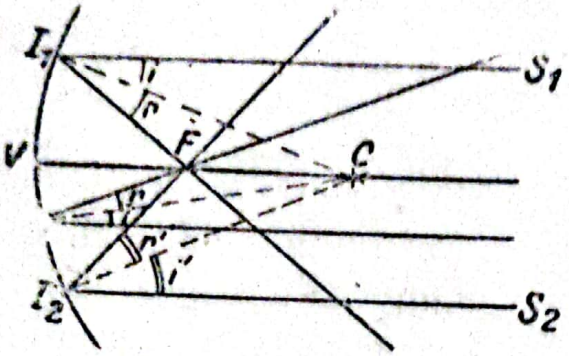


Fig. 38 — Reflexia razelor paralele cu axul principal.

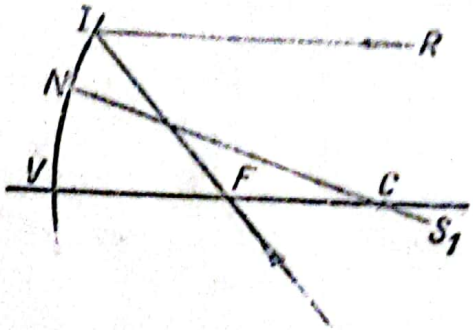


Fig. 39 — Reflexia luminii în oglinda concavă.

IR. Înseamnă că între razele incidente și cele reflectate există reciprocitate ca și la oglinzile plane.

Considerăm o rază incidentă S_1N, care trece prin centrul oglinzii (fig. 39). Această rază cade normal pe oglindă și se va reflecta întorcîndu-se pe același drum. Înseamnă că raza incidentă și raza reflectată se confundă, numai că merg în sensuri contrare.

Imagini în oglinzi concave. *Experiență*. Așezăm în fața unei oglinzi concave *M* (fig. 40) o lumînare aprinsă *L*, susținută de un suport. De cealaltă parte a lumînării așezăm un paravan *P* sau un carton. Vom observa pe paravan (sau pe carton) o pată luminoasă produsă de razele reflectate de oglindă.

Scanned with CamScanner

Apropiem sau depărtăm paravanul *P*, pînă cînd pata de lumină devine mai clară. Se constată că această pată este *imaginea răsturnată a luminării*.

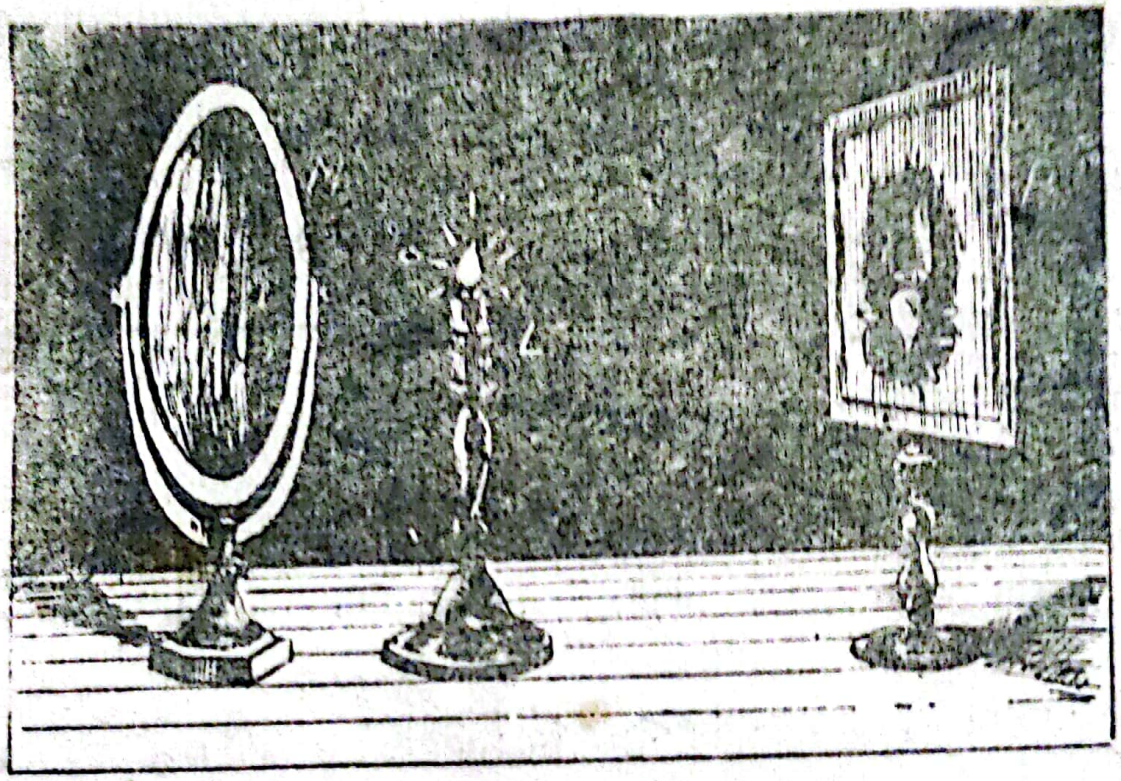


Fig. 40 — Imaginea reală a unei luminări într-o oglindă concavă.

Această imagine este *reală*, fiindcă am putut s-o prindem pe un carton și o putem vedea din orice parte am privi-o.

1. Dacă așezăm lumînarea între focarul și centrul oglinzii, cum e cazul din figura 40, imaginea este mai mare și răsturnată. Această imagine este reală și așezată față de oglindă la o distanță mai mare decît obiectul (lumînarea).

2. Depărtăm lumînarea *L* de oglinda *M*, dincolo de centrul ei și așezăm paravanul *P* între

Scanned with CamScanner

lumînare și oglindă (fig. 41). Deplasăm paravanul într-un sens sau altul pînă cînd imaginea devine clară. Constatăm că, în acest caz, imaginea este

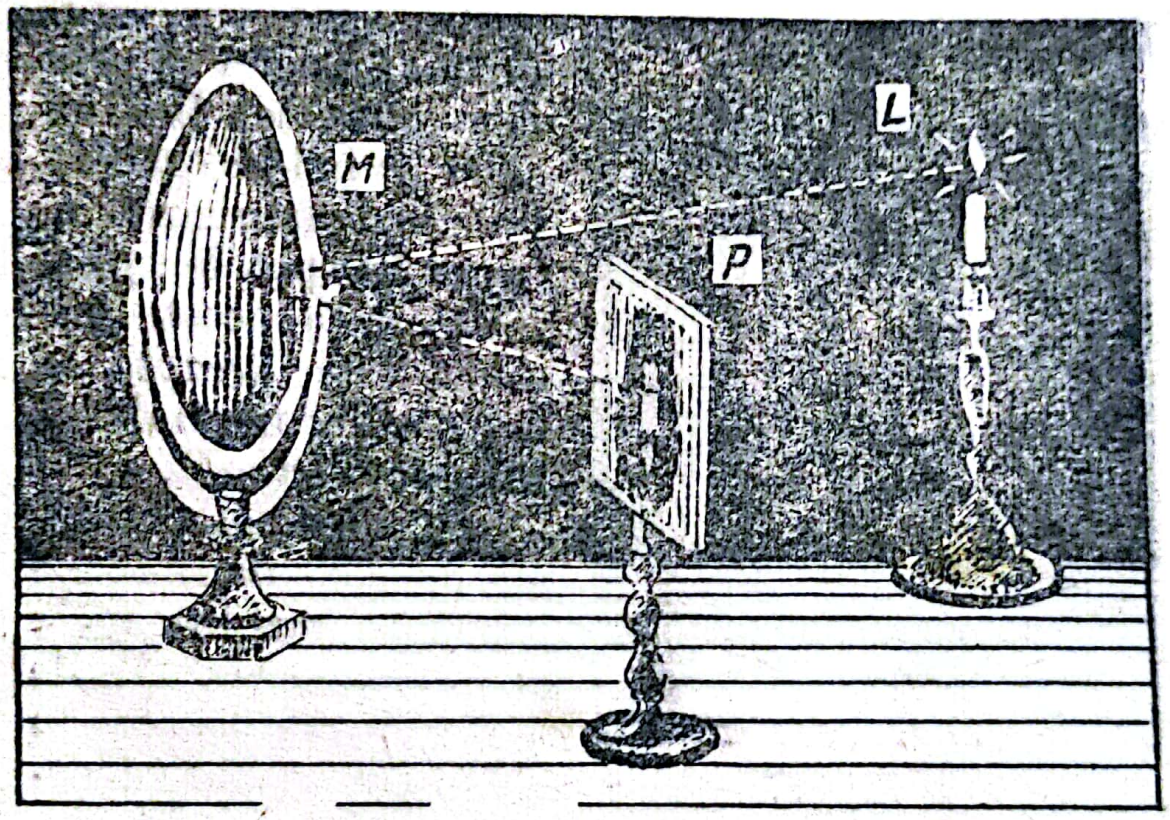


Fig. 41 — Imaginea reală a unei lumînări așezată dincolo de centru.

tot reală și răsturnată, dar mai mică decît obiectul.

Atunci cînd obiectul se află la o depărtare de oglindă mai mare decît centrul ei, imaginea care se formează este mai aproape de oglindă. Această imagine este *reală*, *mai mică* și *răsturnată*.

Dacă depărtăm mai mult lumînarea, constatăm că trebuie să apropiem mai mult paravanul de oglindă și imaginea se micșorează. Se vede că obiectul și imaginea lui se deplasează în sens

Scanned with CamScanner

contrar; cînd unul se apropie, celălalt se depărtează de oglindă.

3. Apropiem lumînarea de oglindă așa ca să fie așezată între focar și vîrful oglinzii (fig. 42). Dacă mișcăm paravanul într-un sens sau altul, nu mai reușim să prindem imaginea lumînării. Privind în oglindă, imaginea lumînării ne apare în spatele oglinzii. De data aceasta imaginea este *dreaptă și mărită*, dar nu mai este reală, ci *virtuală*.

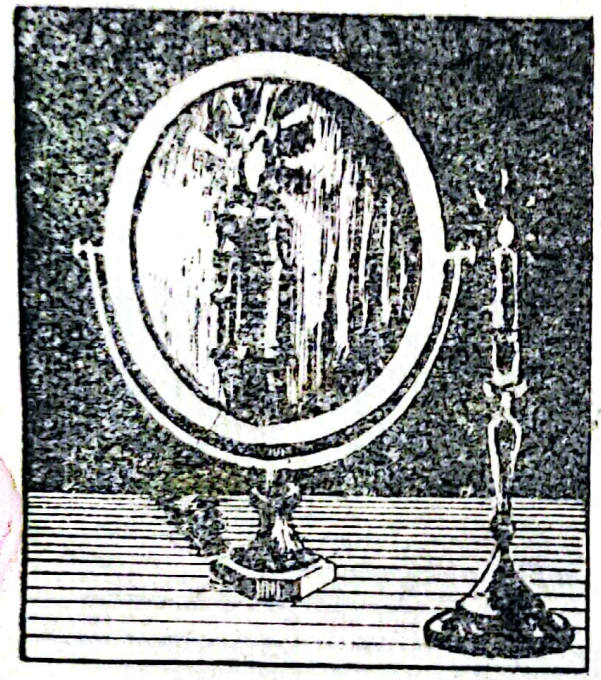


Fig. 42 — Imaginea virtuală a unei lumînări într-o oglindă concavă.

În rezumat, oglinzile concave dau ambele feluri de imagini: reale și virtuale. Imaginile reale și răsturnate se obțin atunci cînd obiectul se află mai departe de oglindă decît focarul, și anume: mai mari decît obiectul cînd acesta se află între focar și centru și mai mici cînd obiectul este situat mai departe decît centrul. Imaginile sînt virtuale, mai mari și drepte și se obțin cînd obiectul este așezat între focar și oglindă.

Cunoscînd mersul razelor de lumină la oglinzile concave, putem arăta în desen cum se formează imaginile.

Cazul I. Cînd obiectul luminos este așezat între focar și centru. Pentru ușurință considerăm obiectul luminos o linie dreaptă cu săgeata la capăt. Fie

Scanned with CamScanner

contrar: cînd unul se apropie, celălalt se depărtează de oglindă.

3. Apropiem lumînarea de oglindă așa ca să fie așezată între focar și vîrful oglinzii (fig. 42). Dacă mișcăm paravanul într-un sens sau altul, nu mai reușim să prindem imaginea lumînării. Privind în oglindă, imaginea lumînării ne apare în spatele oglinzii. De data aceasta imaginea este *dreaptă și mărită*, dar nu mai este reală, ci *virtuală*.

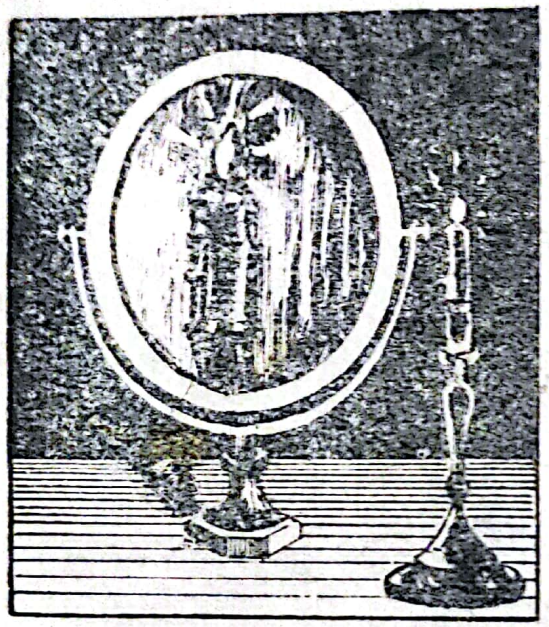


Fig. 42 — Imaginea virtuală a unei lumînări într-o oglindă concavă.

În rezumat, oglinzile concave dau ambele feluri de imagini: reale și virtuale. Imaginile reale și răsturnate se obțin atunci cînd obiectul se află mai departe de oglindă decît focarul. și anume: mai mari decît obiectul cînd acesta se află între focar și centru și mai mici cînd obiectul este situat mai departe decît centrul. Imaginile sînt virtuale, mai mari și drepte și se obțin cînd obiectul este așezat între focar și oglindă.

Cunoscînd mersul razelor de lumină la oglinzile concave, putem arăta în desen cum se formează imaginile.

Cazul I. Cînd obiectul luminos este așezat între focar și centru. Pentru ușurință considerăm obiectul luminos o linie dreaptă cu săgeata la capăt. Fie

Scanned with CamScanner

acest obiect AB (fig. 43). Construim numai imaginea punctului A. Spre a nu complica figura este deajuns să ducem din punctul A numai două raze incidente și să urmărim mersul razelor reflectate. Ducem acele raze al căror mers după reflexie îl cunoaștem. Astfel, din punctul A ducem raza AI paralelă cu axul principal. După reflexie, această rază trece prin focar luînd direcția IR. O altă rază de lumină pleacă tot din A și trece prin focar, adică raza AI'. După reflexie, această rază va lua un drum paralel cu axul principal $I'R'$. Cele două raze reflectate IR și $I'R'$ se întîlnesc în punctul A', care este imaginea punctului A. Din A' ridicăm o perpendiculară pe axul principal și obținem punctul B', care este imaginea punctului luminos B. Imaginea obiectului AB va fi $A'B'$. Această imagine este răsturnată, mai mare decît obiectul și reală.

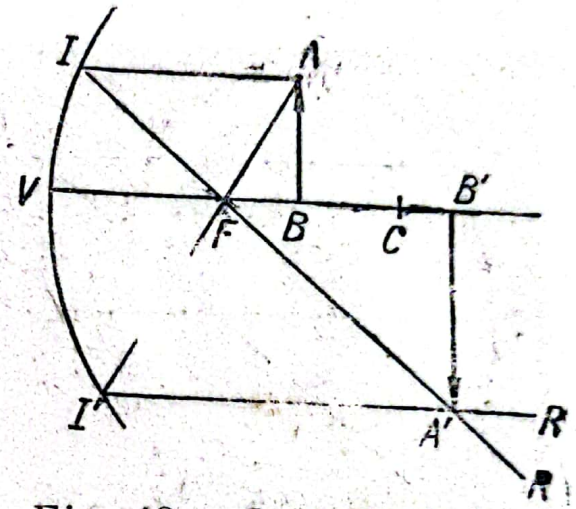


Fig. 43 — Construcția imaginii reale într-o oglindă concavă, cînd obiectul se găsește între focar și centru.

Cazul II. Cînd obiectul luminos AB se găsește dincolo de centru, imaginea lui se construiește la fel (fig. 44). Raza AI, care merge paralel cu axul principal, se reflectă prin focar. Raza AC, care trece prin centru, se reflectă pe același drum. Cele două raze reflectate IR și $R'C$ se întîlnesc în punctul A', care este imaginea punctului A. Ridicînd din A' o perpendiculară pe axul principal, obținem imaginea $A'B'$. Această ima-

Scanned with CamScanner

gine este reală, răsturnată și mai mică decît obiectul.

Cazul III. Dacă obiectul AB este așezat între focar și oglindă (fig. 45), se observă că cele două raze reflectate IR și SR' se depărtează între ele,

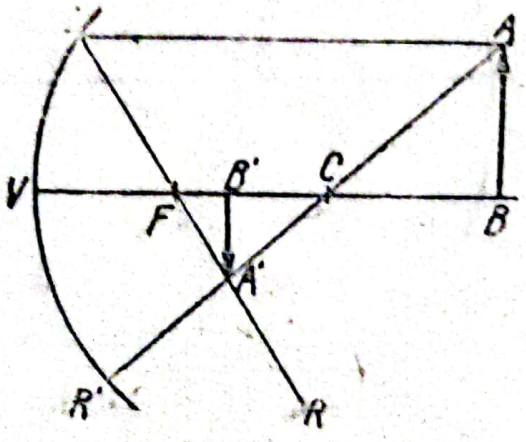


Fig. 44 — Construcția imaginii reale într-o oglindă concavă, cînd obiectul se găsește dincolo de centru.

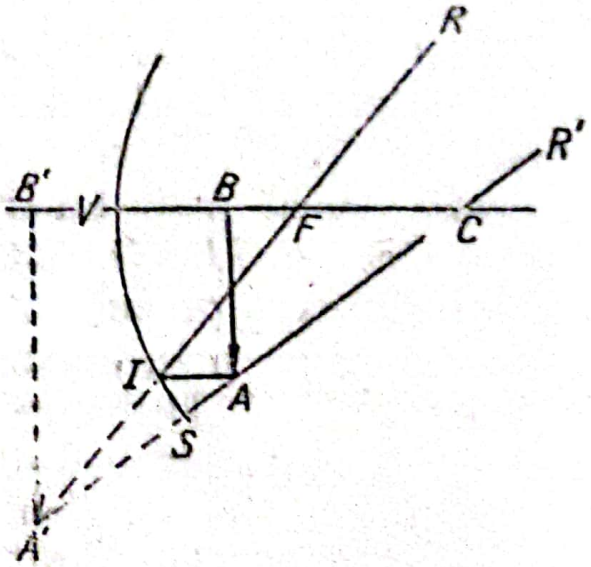


Fig. 45 — Construcția unei imagini virtuale într-o oglindă concavă.

deci nu se întîlnesc. Prelungirile lor se întîlnesc însă în spatele oglinzii, în A', care este imaginea virtuală a punctului A. Ridicînd din A' o perpendiculară pe axul principal, căpătăm imaginea $A'B'$. În acest caz imaginea este virtuală, fiindcă razele reflectate nu se întîlnesc, ci numai prelungirile lor se întîlnesc în spatele oglinzii. Cînd obiectul este așezat între oglinda concavă și focarul ei, imaginea este virtuală, dreaptă și mai mare decît obiectul.

Ca aplicații practice ale oglinzilor concave vom descrie mai jos *proiectorul* și *farul*.

Scanned with CamScanner

Proiectorul. Proiectorul numit și reflector este un aparat care trimite un fascicul de raze paralele la o distanță mare.

Este format dintr-un cilindru larg C, la fundul căruia se găsește o oglindă concavă mare M (fig. 46). În focarul F al acestei oglinzi se așază un izvor puternic de lumină (o lampă electrică). Razele plecate de la izvorul luminos căzînd pe oglindă se reflectă toate paralel cu axul principal. Se obține astfel un fascicul paralel de lumină, care poate ajunge la distanță mare. În figura 46 se vede un proiector.

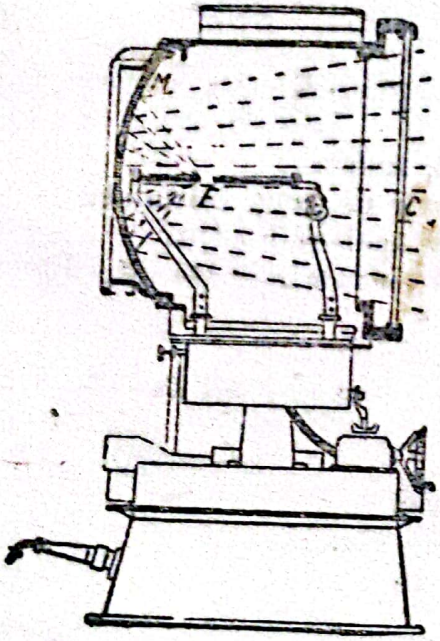


Fig. 46— Proiector.

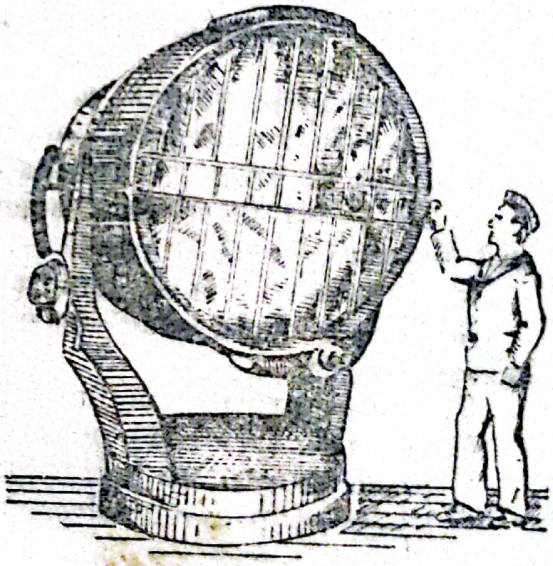


Fig. 47 — Far.

Proiectorul este întrebuințat noaptea pentru a lumina locurile unde se execută diferite lucrări, precum și pentru urmărirea avioanelor.

Farul (fig. 47) este bazat pe același fenomen ca și proiectorul. Ca și acesta, el este un izvor puternic

Scanned with CamScanner

o tăietură verticală îngustă, lipită în așa fel încît să lase o parte din lumină să treacă prin apă, iar altă parte pe deasupra apei. Această tăietură formează o deschidere numită *fantă*, prin care trec razele de lumină. Pe peretele din spate lipim o hîrtie unsă cu ulei, ca să devină translucidă. Așezăm în fața vasului un izvor puternic de lumină. Razele de lumină trec prin fantă și formează pe peretele din spate o dungă luminoasă. Se constată că, dacă se deplasează izvorul de o parte sau de alta a deschiderii verticale, dunga luminoasă pe care o fac razele de lumină ce trec prin apă este deplasată față de dunga luminoasă făcută de razele care trec pe deasupra apei. Fenomenul se explică prin aceea că razele de lumină, cînd trec din aer în apă se frîng, adică își schimbă direcția atunci cînd cad oblic pe suprafața apei.

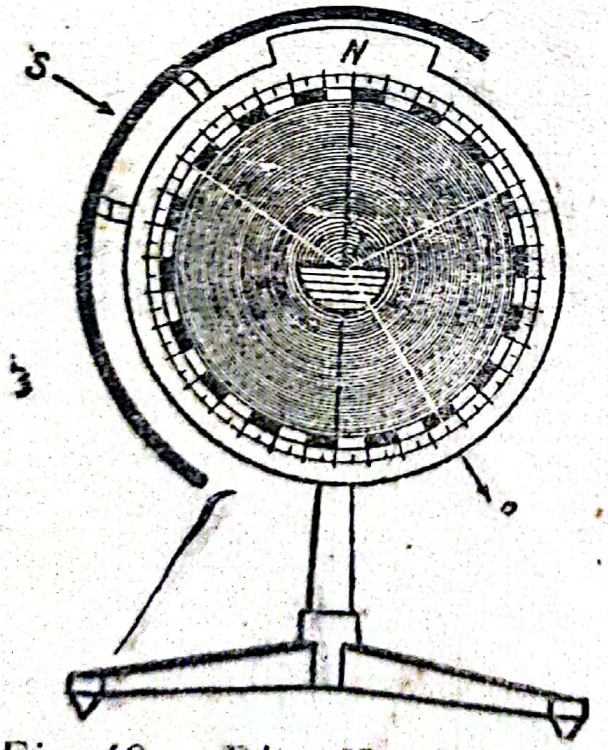


Fig. 49 — Disc Hartl pentru refracție.

Frîngerea razelor de lumină cînd străbat dintr-un mediu transparent în altul se numește refracția luminii.

Razele de lumină cînd trec din aer în apă se refractă.

Legile refracției luminii. Pentru a studia refracția luminii ne putem folosi tot de discul Hartl, descris la reflexia luminii.

Experiență. Fixăm la mijlocul discului din figura 49 un disc semicircular de sticlă. Linia

Scanned with CamScanner

IN este perpendiculară pe suprafața sticlei și este normala. Facem ca în punctul I să cadă o rază de lumină SI. Vom constata că raza de lumină, cînd pătrunde în sticlă, se frînge și își continuă drumul în direcția IR.

Pentru a preciza noțiunile, să facem un desen (fig. 50). Linia AB reprezintă suprafața sticlei, adică suprafața de separare între cele două medii: aer și sticlă. Dreapta punctată NN' este *normala*. Raza SI se numește *rază incidentă*, iar raza IR, *rază refractată*. Punctul I, unde cade raza incidentă, este *punctul de incidență*. Unghiul i, dintre raza incidentă și normală, se numește *unghi de incidență*. Unghiul r, dintre raza refractată și normală, se numește *unghi de refracție*.

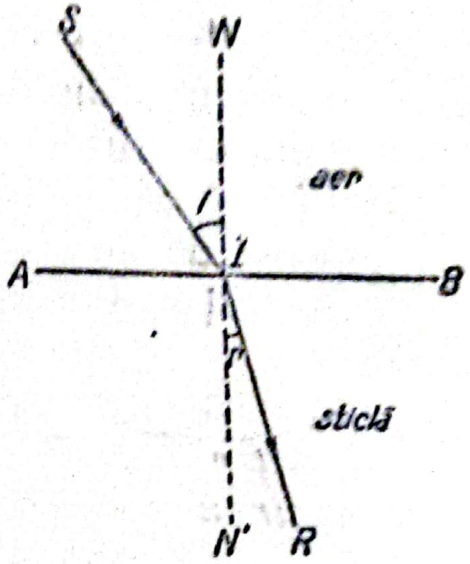


Fig. 50— Refracția luminii cînd raza de lumină trece din aer în sticlă.

Experiența ne arată că, atunci cînd raza de lumină trece din aer în sticlă sau din aer în apă, se refractă apropiindu-se de normală. Unghiul de incidență este deci în acest caz mai mare decît unghiul de refracție.

Mișcînd discul aparatului Hartl, facem ca raza de lumină să cadă perpendicular pe suprafața sticlei. Se constată că raza de lumină nu se mai frînge. Dacă raza cade în direcția NI, ea trece mai departe în direcția IN'. Deci, o rază de lumină

Scanned with CamScanner

care cade perpendicular pe suprafața unui corp transparent merge nedeviată.

Experiență. Rotim aparatorul astfel ca raza de lumină să cadă pe partea rotundă a discului semicircular de sticlă (fig. 51). În acest caz raza de lumină *SI*, care iese din sticlă, face cu normala un unghi mai mare decît unghiul de incidență. Putem spune că raza de lumină, cînd trece din sticlă în aer, se refractă, depărtîndu-se de normală (fig. 52). Experiențele arată că refracția luminii se face după două legi, și anume:

1. *O rază de lumină, cînd trece dintr-un mediu mai puțin dens într-un mediu mai dens, se refractă apropiindu-se de normală, iar cînd trece dintr-un mediu mai dens în altul mai puțin dens, se refractă depărtîndu-se de normală.*

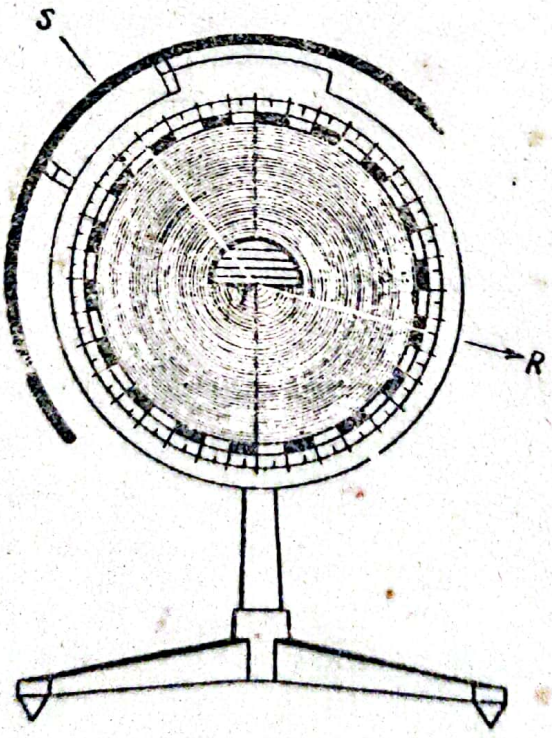


Fig. 51 — Disc Hartl cu discul semicircular întors.

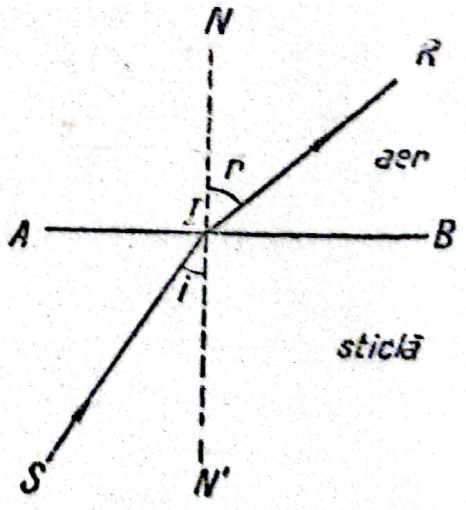


Fig. 52 — Refracția luminii cînd raza de lumină trece din sticlă în aer.

Scanned with CamScanner

2. *Raza incidentă, normala și raza refractată sînt în același plan.*

Apa este mai densă decît aerul; se zice că este mai refringentă. De aceea cînd raza de lumină trece din aer în apă se refractă apropiindu-se de normală, iar cînd trece din apă în aer se refractă depărtîndu-se de normală. Refracția are loc totdeauna cînd raza de lumină trece dintr-un mediu într-altul cu densități diferite. Pe baza refracției luminii se pot explica unele fenomene interesante.

Fenomene explicate cu ajutorul refracției. *Experiență.* Într-un vas cu apă introducem oblic un creion. Partea creionului care intră în apă apare frîntă (fig. 53), din cauza refracției luminii. Explicația este următoarea: din partea de jos *b* a creionului pleacă raze de lumină care, ajungînd la suprafața apei, se frîng în aer depărtîndu-se de normală. De exemplu, razele *bc* și *bd*, cînd trec în aer, iau direcțiile *ce* și *df*. Aceste raze refractate ajungînd la ochiul observatorului, acesta le vede în linie dreaptă ca și cum ar porni din *b'*. Ceea ce se întîmplă cu punctul *b*, se întîmplă cu toate punctele situate în apă și de aceea partea creionului afundată în apă se vede mai sus.

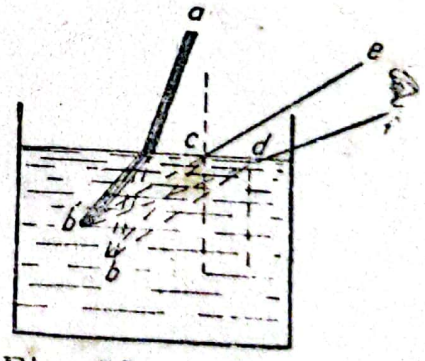


Fig. 53 — Creionul se vede frînt.

Obiectele așezate la fundul apei se văd mai sus. Din cauza refracției, pietrele de la fund se văd mai sus decît în realitate, astfel că apele liniștite par mai puțin adînci decît sînt în realitate.

Scanned with CamScanner

Se știe din geometrie că prisma este corpul geometric mărginit de două fețe (poligoane) paralele, numite baze, și mai multe fețe laterale.

Refracția luminii prin prismă. În optică se folosește prismele triunghiulare, făcute din sticlă, din cristal sau din altă substanță transparentă. Ornamentele de sticlă care împodobesc policandrele sînt de obicei prisme. Spre deosebire de geometrie, în optică se ia ca bază a prismei una din fețele ei laterale.

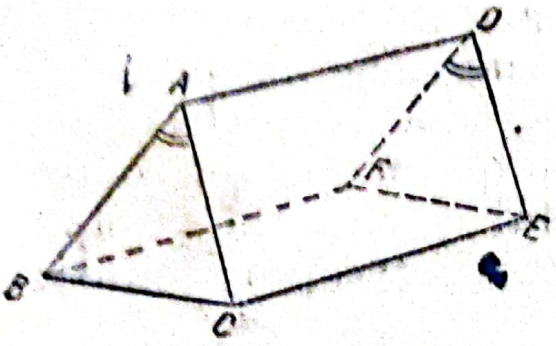


Fig. 54 — Prismă.

În figura 54 este reprezentată o prismă *ABCDEF*. Fața *BCEF* este baza prismei, iar muchia *AD* se numește muchia prismei.

Experiență. Privind printr-o prismă așezată cu baza în jos, vedem obiectele mai sus decît sînt în realitate și colorate pe margini (fig. 55).

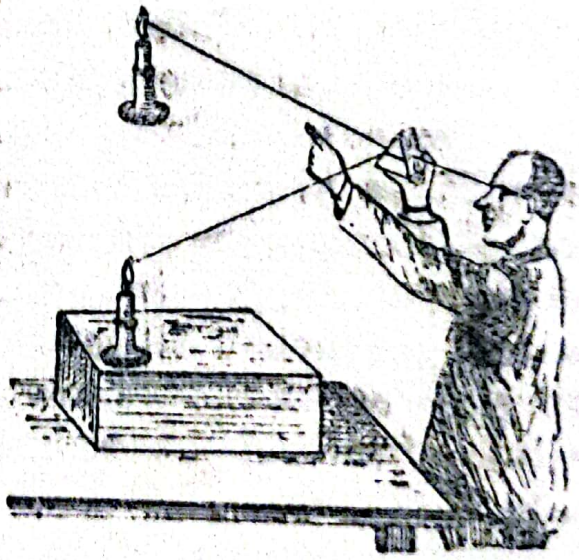


Fig. 55—Refracția printr-o prismă.

Dacă așezăm prisma cu baza în sus și privim prin ea, corpurile se văd mai jos decît în realitate și colorate pe margini. Vom explica mai tîrziu de ce le vedem colorate pe margini. Faptul că prin prismă corpurile se văd mai sus sau mai

Scanned with CamScanner

jos, după cum ținem prisma, se explică prin refracția luminii.

Razele de lumină, cînd trec din aer în prismă, se refractă apropiindu-se de normală. Cînd razele

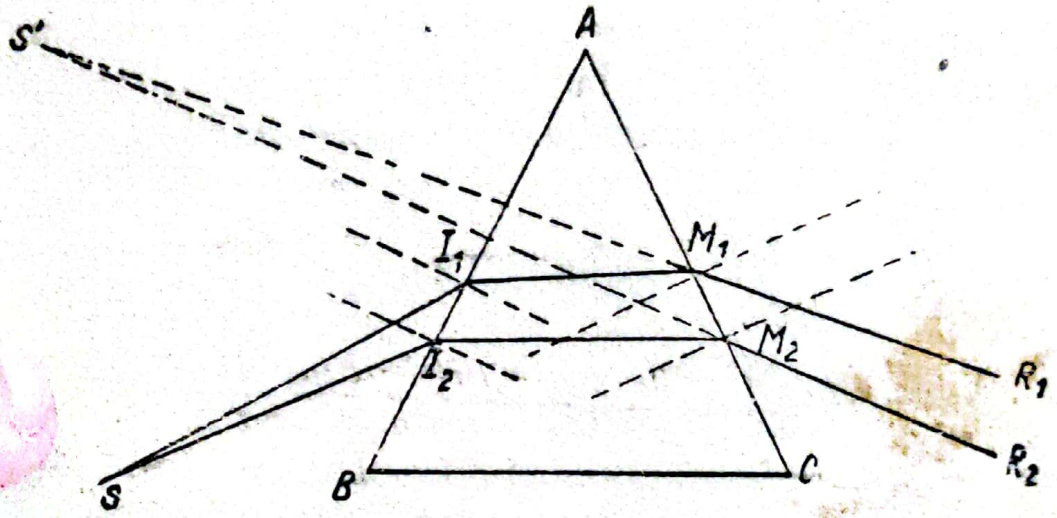


Fig. 56 — Refracția printr-o secțiune a prismei.

trec din prismă în aer, se refractă, depărtîndu-se de normală. Este ușor de observat că frîngerea razelor se face în același sens, atît la intrarea, cît și la ieșirea din prismă.

Ca să înțelegem de ce vedem corpurile mult deplasate, considerăm pentru simplificare o secțiune dreaptă în prismă, adică un triunghi ABC (fig. 56). BC este baza prismei, iar A unghiul ei de refringență. Fie un punct luminos S așezat mai aproape de planul bazei (fig. 56). Din punctul S pornesc raze de lumină în toate direcțiile. Razele SI_1 și SI_2 căzînd pe fața prismei se refractă apropiindu-se de normalele respective și iau direcțiile I_1M_1 și I_2M_2. Cînd aceste raze ies din prismă, se depărtează de normale, luînd direcțiile M_1R_1 și M_2R_2. Ochiul observatorului privind aceste raze refractate le vede în linie dreaptă, ca și cum ar

Scanned with CamScanner

porni din punctul S'. Aceasta este imaginea virtuală a punctului luminos S. Se vede din figură că imaginea S' se formează mai sus decît punctul luminos S.

Razele de lumină, cînd străbat prisma, sînt deviate mult, deoarece se refractă o dată la intrarea în prismă și altă dată la ieșirea din prismă. *Devierea razelor se face totdeauna către baza prismei*

LENTILE

Un corp transparent, mărginit de două fețe sferice sau de una sferică și alta plană se numește lentilă. Numele vine de la cuvîntul latinesc „lens“ care înseamnă linte, forma lentilelor fiind asemănătoare bobului de linte.

Diferite feluri de lentile. După forma suprafețelor, lentilele pot fi de șase feluri, și anume: *lentilă biconvexă*, adică cu ambele fețe convexe (fig. 57 a); *lentilă planconvexă*, adică cu o față plană și una convexă (fig. 57, b); *menisc convergent* (fig. 57, c), adică o lentilă cu o față convexă și una concavă, dar mai groasă la mijloc decît la margini; *lentilă biconcavă*, adică cu ambele fețe concave (fig. 58, a); *lentilă planconcavă*, adică cu o față plană și una concavă (fig. 58, b) și *menisc divergent*, adică cu o față

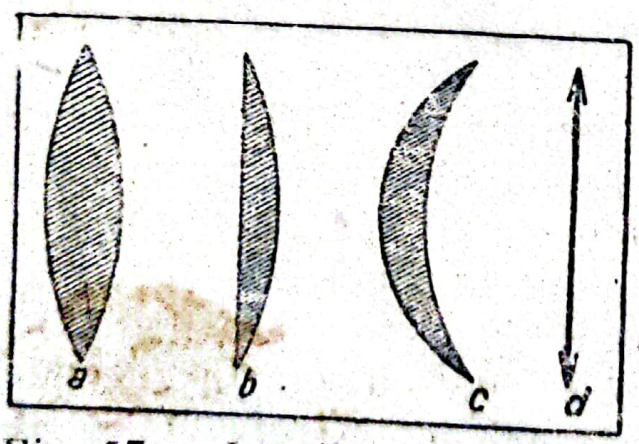


Fig. 57 — Lentile convergente.

Scanned with CamScanner

concavă și una convexă, dar mai groasă la margini și mai subțire la mijloc (fig. 58, c).

O altă clasificare a lentilelor se face după acțiunea lor asupra luminii. Lentilele mai groase la mijloc și mai subțiri pe margini strîng (converg) razele de lumină ce le străbat, de aceea se numesc *lentile convergente*. Lentilele mai groase la margini și mai subțiri la mijloc împrăștie (diverg) razele de lumină care trec prin ele și se numesc *lentile divergente*. Lentilele din figura 57 sînt lentile convergente, în timp ce lentilele din figura 58 sînt divergente. Pentru ușurință, în desen o lentilă convergentă se înseamnă printr-un segment de dreaptă cu săgeți la capete (fig. 57, d), iar o lentilă divergentă, prin semnul convențional din fig. 58 d.

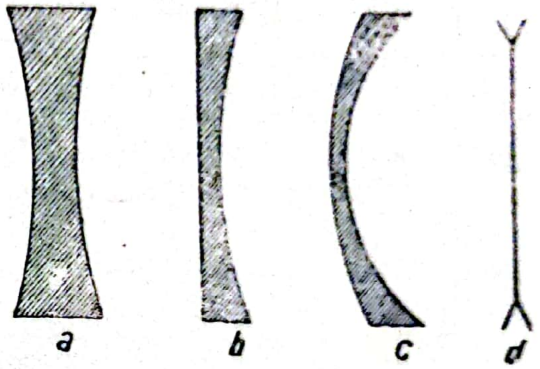


Fig. 58 — Lentile divergente.

Refracția luminii prin lentile convergente. Fie o lentilă convergentă cu suprafețele biconvexe (fig. 59). După cum se vede, această lentilă este formată prin întretăierea a două sfere cu centrele în C și C'. Dreapta xy, care trece prin centrele celor două sfere, este *axul principal al lentilei*. La lentilele biconvexe și la cele biconcave, punctul O din mijlocul lentilei este *centrul optic al lentilei*.

Experiență. Îndreptăm o lentilă spre Soare, astfel ca razele de lumină să vină paralel cu axul principal (fig. 60). Dacă de partea cea-

Scanned with CamScanner

laltă a lentilei punem o bucată de hîrtie sau de carton, se va forma pe aceasta o pată luminoasă rotundă. Apropiem sau depărtăm hîrtia de len-

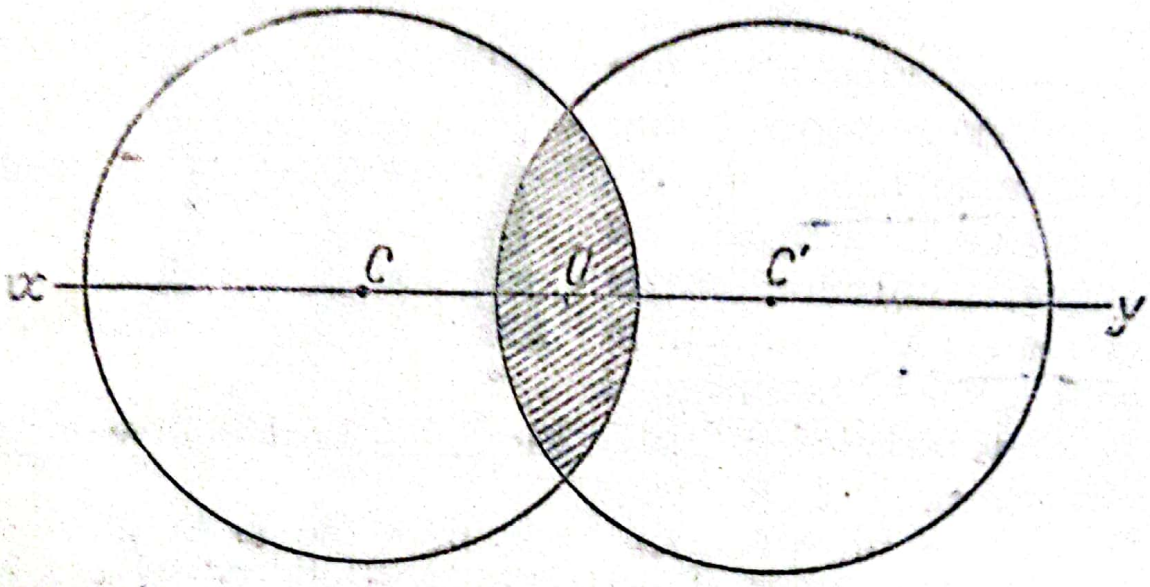


Fig. 59 — Lentila biconvexă provine din întretăierea a două sfere.

tilă, pînă ce pata luminoasă se reduce la un punct. Dacă ţinem mai mult hîrtia în acest loc, ea se poate aprinde. Punînd degetul în acest punct, simţim căldură. El este focarul lentilei (fig. 60).

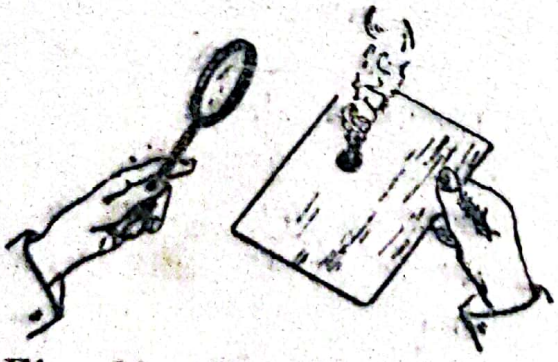


Fig. 60 — Focarul lentilei.

Se numeşte focarul lentilei (focarul principal) punctul în care sînt strînse razele de lumină care vin paralel cu axul principal şi se refractă prin lentilă.

Întoarcem lentila astfel ca razele de lumină să cadă pe cealaltă faţă. Se obţine un alt focar la aceeaşi distanţă de lentilă. Deci fiecare lentilă are două focare situate de o parte şi de alta la aceeaşi

Scanned with CamScanner

depărtare. Distanța OF dintre centrul optic și focar se numește distanță *focală a lentilei* (fig. 61).

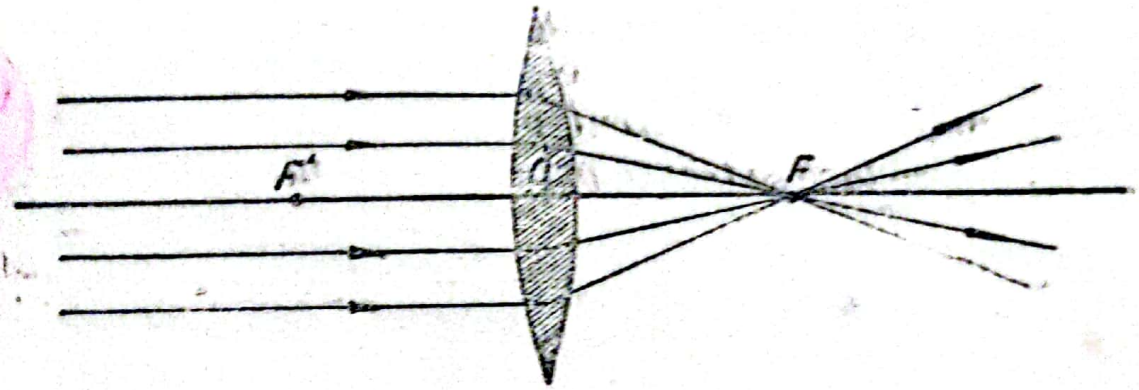


Fig. 61 — Razele ce vin paralele cu axul principal se refractă prin focar.

Pentru a se vedea cum sînt strînse razele de lumină de către o lentilă convergentă, putem folosi discul Hartl, cu care am studiat refracția și reflexia luminii (fig. 62).

Experiență. Fixăm pe discul din figura 62 o bucată de sticlă de forma unei lentile convergente. Facem ca asupra lentilei să cadă mai multe raze paralele cu axul principal. Se observă că razele de lumină se refractă prin lentilă și se întîlnesc toate în punctul F, care este focarul (principal) al lentilei.

Facem ca o rază de lumină să cadă oblic pe lentilă, trecînd prin focar:

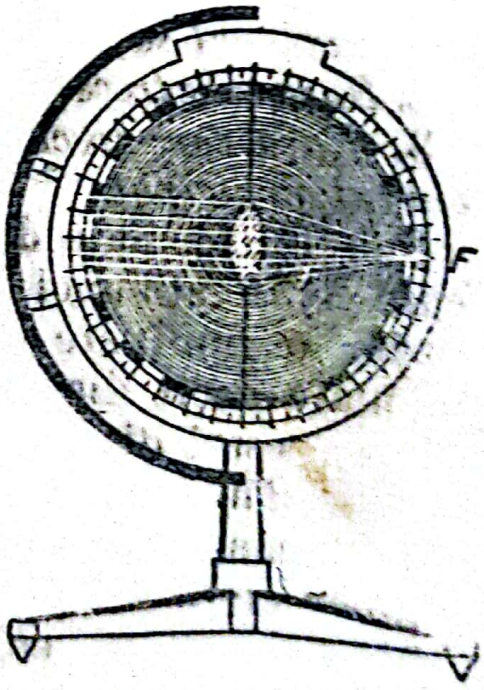


Fig. 62 — Discul Hartl pentru aflarea focarului lentilei convergente.

Scanned with CamScanner

După ce străbate lentila, raza se refractă paralel cu axul principal. Lăsăm să cadă o rază de lumină oblic, așa ca să treacă prin centrul optic al lentilei (fig. 63). Se constată că această rază de lumină nu este deviată de către lentilă, ci numai puțin deplasată. *Centrul optic se bucură de proprietatea că lasă să treacă prin el razele fără a le devia.*

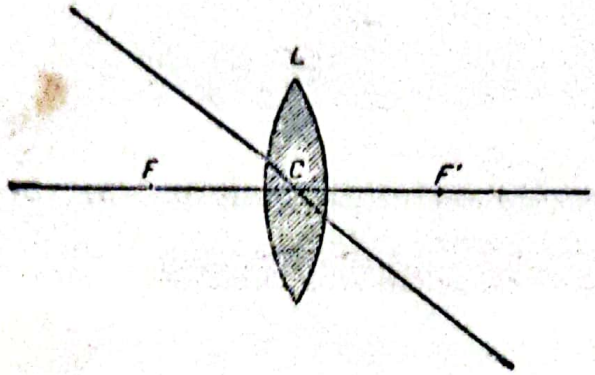


Fig. 63 — Raza care trece prin centrul optic trece nedeviată.

În concluzie, elementele unei lentile convergente sînt: axul principal, centrul optic și cele două focare. Cînd cunoaștem aceste elemente, știm mersul a trei raze de lumină, și anume:

1. *Raza de lumină care vine paralel cu axul principal se refractă trecînd prin focar.*

2. *Raza care trece prin centrul optic nu este deviată.*

3. *Raza care trece prin focar se refractă paralel cu axul principal.*

Imagini formate de lentile convergente. *Experiență.* 1) În fața unei lentile convergente *L* (fig. 64) așezăm o lumînare aprinsă, la o distanță ceva mai mare decît distanța focală și mai mică decît dublul acestei distanțe. De partea cealaltă a lentilei așezăm un paravan *P*, pe care-l mișcăm într-un sens sau altul, pînă cînd prindem pe el imaginea clară a lumînării.

Această imagine este *răsturnată*, *mai mare* decît lumînarea și *reală*, fiindcă am prins-o pe paravan.

Dacă depărtăm lumînarea de lentilă, trebuie să apropiem paravanul, iar dacă apropiem lumî-

Scanned with CamScanner

narea de lentilă, trebuie să depărtăm paravanul. Înseamnă că izvorul de lumină și imaginea sa

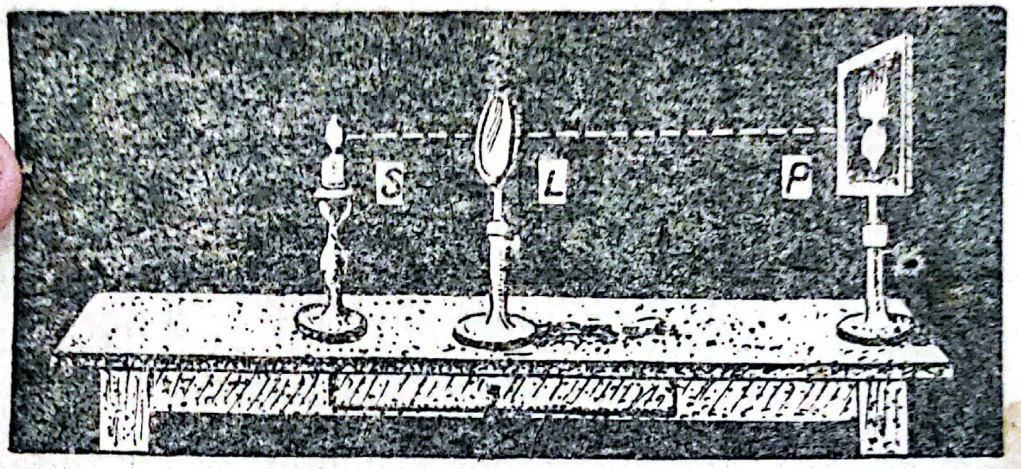


Fig. 64 — Imaginea într-o lentilă convergentă cînd lumînarea este la o distanță mai mare decît distanța focală.

formată de lentilă se deplasează; cînd unul se apropie, celălalt se depărtează, și invers.

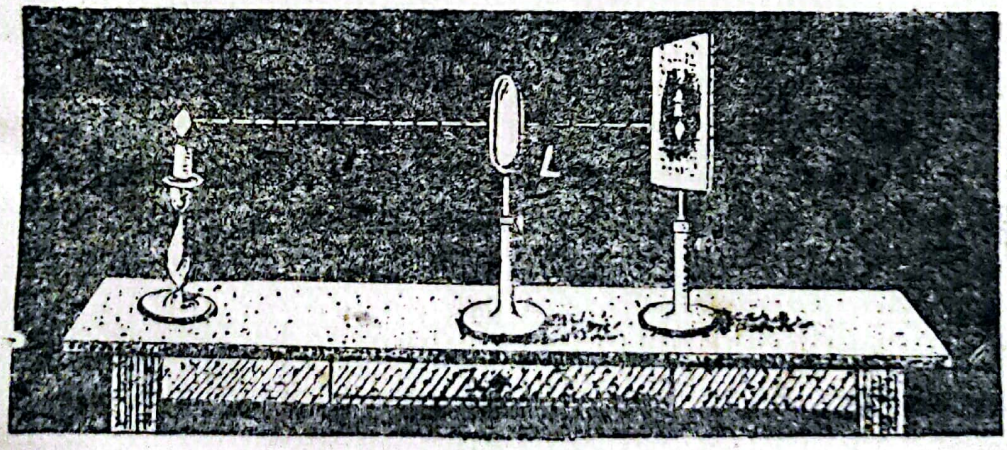


Fig. 65 — Imaginea într-o lentilă convergentă cînd lumînarea este la o distanță mai mare decît dublul distanței focale.

2) Așezăm acum lumînarea la o distanță mai mare decît dublul distanței focale (fig. 65). Va

Scanned with CamScanner

trebui să așezăm paravanul de cealaltă parte a lentilei, între focar și dublul distanței focale ca să prindem pe el imaginea.

În acest caz, imaginea lumînării este tot *reală* și *răsturnată*, însă *mai mică* decît lumînarea.

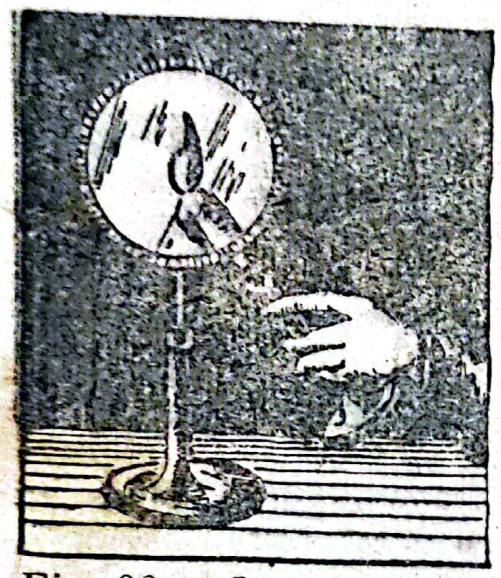


Fig. 66 — Imaginea virtuală în lentilă.

Cu cît depărtăm lumînarea, imaginea se apropie de lentilă și se micșorează. Dacă izvorul de lumină se depărtează la infinit, atunci imaginea lui se reduce la un punct și se formează în focar.

3) Să apropiem o lumînare de lentilă așa ca să se afle între focar și lentilă (fig. 66). Încercînd să prindem imaginea ei pe paravan, nu reușim. Dacă privim prin lentilă, vedem lumînarea *mai mare, dreaptă, virtuală* și mai departe de lentilă. *Rezultă că lentilele convergente dau ambele feluri de imagini, reale și virtuale.*

Imaginile reale se formează cînd obiectul se află dincolo de focar, și cele virtuale, cînd obiectul se găsește între focar și lentilă. *Imaginile virtuale sînt drepte și mai mari decît obiectul. Cele reale sînt răsturnate, mai mari*, cînd obiectul este între focar și dublul distanței focale, și *mai mici*, cînd obiectul este așezat la o distanță mai mare decît dublul distanței focale.

Construcția imaginilor. Construcția grafică a imaginilor formate de lentilele convergente se face ușor, deoarece cunoaștem mersul celor trei raze de

Scanned with CamScanner

cu distanța focală mică (fig. 75). Obiectul pe care-l privim trebuie să fie așezat aproape de lupă, între lentilă și focarul ei. Știm că în acest caz, imaginea este virtuală, dreaptă și mai mare.

În figura 75 este reprezentat un gîndac a cărui imagine se vede mărită.

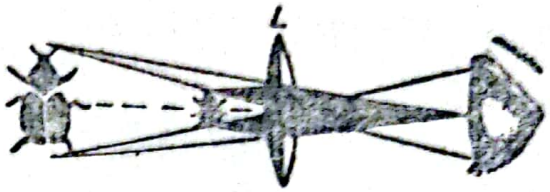


Fig. 75 — Lupa.

O lupă este fixată, de obicei, într-un inel prevăzut cu un mîner. Se întrebuințează, de exemplu, cînd vrem să citim un scris prea mărunt. Ceasornicarii se folosesc continuu de lupă cînd trebuie să repare diferitele piese mici ale ceasornicelor. Lupa ceasornicarului este așezată la capătul unui mic tub negru, pe care-l fixează la ochi. Textiliștii întrebuințează lupa pentru a vedea cîte fire sînt țesute pe un centimetru pătrat. Lupa mărește imaginea de la 2,5 pînă la 25 de ori. Cu cît distanța focală este mai mică, lupa mărește mai mult.

Microscopul. Microscopul este un instrument optic folosit pentru observarea obiectelor foarte mici, care nu pot fi văzute cu ochii liberi, cum sînt microbii, celulele plantelor etc. (fig. 76).

Este alcătuit dintr-un tub înnegrit în interior, la capetele căruia sînt două lentile convergente numite *obiectiv*, *l*, și *ocular*, *L*. Lentila obiectiv este așezată la capătul de jos al tubului, care este îndreptat spre obiectul pe care-l cercetăm. Lentila ocular este așezată în partea de sus a tubului și prin această lentilă privim cu ochiul. La microscop, lentila ocular este mai mare decît lentila obiectiv. În realitate, obiectivul și ocularul sînt for-

Scanned with CamScanner

mate dintr-un sistem de mai multe lentile, așezate în așa fel ca să dea imagini cît mai clare și mai luminoase.

Tubul microscopului este fixat la un suport *P* și poate fi urcat sau coborît cu ajutorul unui șurub *S*. Sub obiectiv se află măsuța *M*, prevăzută la mijloc cu o deschidere circulară *m*, pe care se așază obiectele de observat. Deoarece obiectele sînt atît de mici, ele trebuie să fie bine luminate. Sub măsuța microscopului este o oglindă rotundă *O*, care concentrează razele de lumină asupra obiectului. Microscopul este întrebuințat în laboratoare pentru cercetările științifice, de exemplu pentru a putea studia țesuturile animale și vegetale, pentru studierea diferiților microbi, pentru examinarea diferitelor minerale etc.

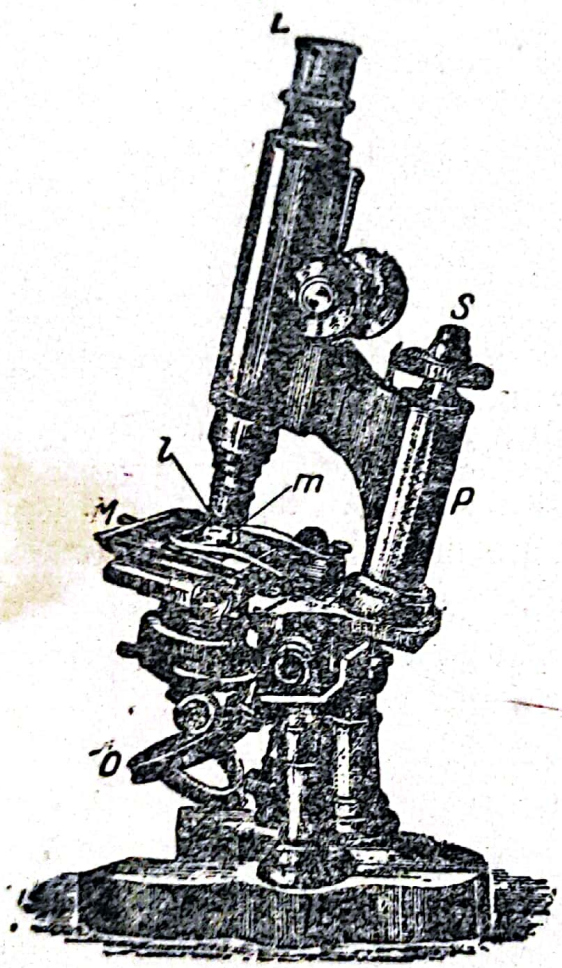


Fig. 76 — Microscopul.

Un microscop poate mări pînă la 2000 de ori.

Microscopul a contribuit mult la progresul științelor. Cu ajutorul microscopului au putut fi cercetați microbii diferitelor boli. În uzinele me-

Scanned with CamScanner

talurgice, microscopul servește la cercetarea pieselor metalice, pentru a se obține produse de calitate mai bună. Tot cu el se cercetează calitatea firelor de lînă, de bumbac, de mătase etc.

OCHIUL ȘI VEDEREA

Structura anatomică a ochiului. Ochiul este organul vederii. Are o formă aproape sferică, cu un diametru cam de 23 mm (fig. 77). La exterior este acoperit cu o membrană de culoare albă, numită *sclerotică S* (albul ochiului). În partea din față, sclerotica nu acoperă complet ochiul și se continuă cu o parte mai bombată și transparentă numită *corneea transparentă CT*. În spatele corneei se află o membrană de formă rotundă *II'*, numită *iris*, avînd la mijloc o deschidere rotundă numită *pupilă*. Irisul este divers colorat la oameni și el dă culoarea ochilor: albaștri, verzi, negri, căprui etc. În spatele irisului se află cristalinul *L*, care este transparent și are forma unei lentile convergente. Cristalinul împarte ochiul în două camere, una anterioară *A* și alta posterioară *B*. Camera anterioară este umplută cu un lichid numit *umoare apoasă*, iar cea posterioară, cu un alt lichid gelatinos, numit

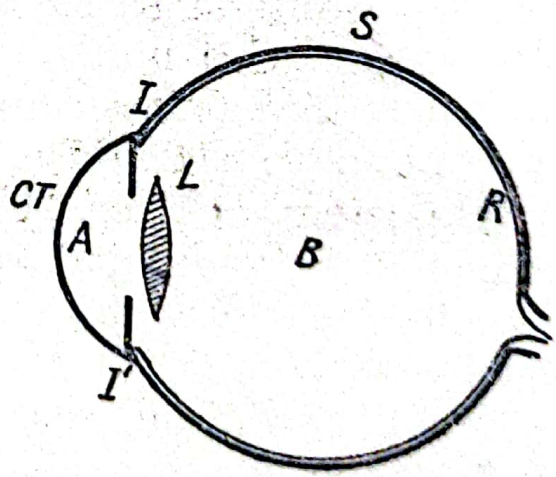


Fig. 77 — Ochiul.

Scanned with CamScanner

umoare sticloasă. În interior, în fundul său, ochiul este căptușit cu o membrană formată din celule nervoase sensibile la lumină, numită *retină*.

Obiectele spre care ne îndreptăm privirea își formează prin cristalin imaginea reală, răsturnată și mai mică. Această imagine care se formează pe retină impresionează celulele nervoase și astfel vedem. Deci, condiția unei vederi clare este ca imaginea să se formeze pe retină.

Cu cît imaginea unui obiect pe retină este mai mare, cu atît acel obiect se vede mai clar, cu mai multe amănunte.

După cum știm, ochiul poate vedea clar, atît obiectele depărtate, cît și pe cele apropiate. Cristalinul are proprietatea să se bombeze mai mult sau mai puțin, astfel ca imaginea să se formeze pe retină și să putem vedea. Prin aceasta ochiul se acomodează cu distanța la care se află obiectul privit. Dacă privim un obiect prea apropiat, cristalinul e obligat să se bombeze prea mult și simțim durere. Cea mai mică distanță la care vedem un obiect fără a simți durere este cam de 20—25 cm și se numește *distanța minimă* de vedere clară.

Defectele ochilor. Un ochi normal se poate acomoda să vadă, atît obiectele apropiate, cît și pe cele depărtate. Sînt unii oameni care au cristalinul prea bombat. Aceștia nu pot vedea clar decît lucrurile apropiate, deoarece numai în acest caz imaginea se poate forma pe retină. Imaginea obiectelor mai depărtate se formează înaintea retinei și nu se văd clar (fig. 78). Asemenea ochi, la care imaginea se formează înaintea retinei, se numesc *ochi miopi*. Acei care suferă de miopie trebuie să poarte ochelari făcuți din lentile divergente. În

Scanned with CamScanner

acest fel imaginea se formează în *f* pe retină (fig. 79) și miopii pot vedea.

Alți oameni se nasc cu cristalinul prea lățit. În acest caz imaginile corpurilor apropiate se for-

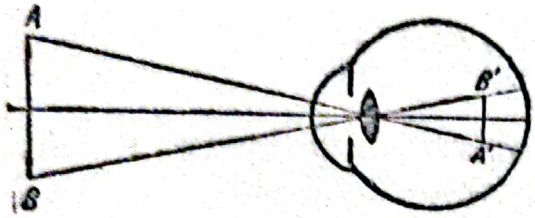


Fig. 78 — Ochi miop.

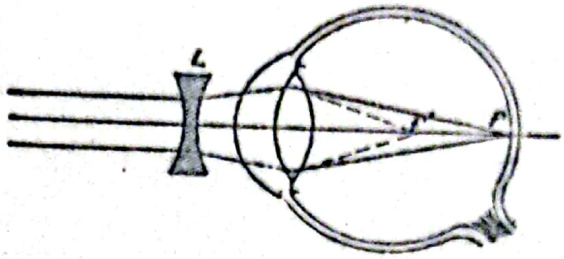


Fig. 79 — Corijarea ochilor miopi.

mează în *f'*, dincolo de retină (fig. 80), și nu se pot vedea clar. Ochii cu acest defect văd bine numai obiectele depărtate și nu pe cele apropiate.

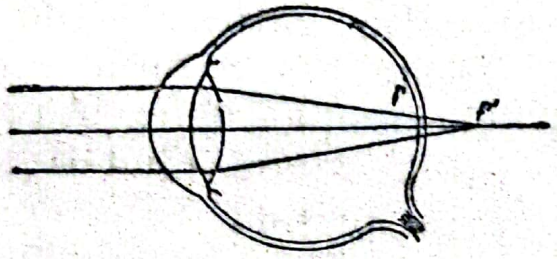


Fig. 80 — Ochi hipermetrop.

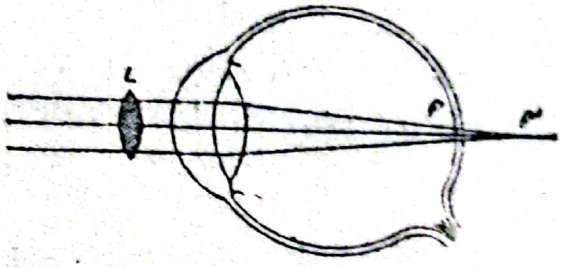


Fig. 81 — Corijarea ochilor hipermetropi.

Acest defect se numește *hipermetropie*. Dacă în fața unui ochi hipermetrop se pune o lentilă convergentă, imaginea se apropie și se formează pe retină în *f* (fig. 81). Astfel că persoanele hipermetrope văd bine numai cu ajutorul ochelarilor cu lentile convergente.

La persoanele în vîrstă, ochii devin hipermetropi, deoarece cristalinul își pierde elasticitatea și nu se mai poate bomba suficient. Hipermetropia

Scanned with CamScanner

datorită vîrstei se numește *presbitism*. Persoanele presbite trebuie să poarte ochelari cu lentile convergente, în special cînd citesc sau privesc obiecte apropiate.

DISPERSIA LUMINII

Dispersia luminii prin prismă. Spectrul solar. *Experiență.* Printr-o deschidere foarte îngustă (fantă) lăsăm să intre într-o cameră un fascicul paralel de lumină. Pe un paravan P sau pe peretele opus deschiderii se formează o pată de lumină albă de aceeași formă cu deschiderea. Așezăm în drumul razelor de lumină o prismă ABC (fig. 82). Pe paravanul P se formează o bandă luminoasă colorată în mai multe culori, între care putem distinge 7 culori: roșu, portocaliu, galben, verde, albastru, indigo și violet. Aceste culori formează *spectrul solar*. Din această experiență înțelegem că razele solare, cînd trec prin prismă, sînt deviate și totodată desfăcute în cele 7 culori. Lumina albă solară este deci o lumină compusă (vezi planșa de la sfîrșitul cărții). Descompunerea luminii albe în culorile componente se numește *dispersia luminii*. Prisma dispersează lumina. Acum înțelegem de ce corpurile privite prin prismă le vedem colorate pe margini. Lumina albă se dispersează cînd trece prin prismă, deoarece aceasta nu re-

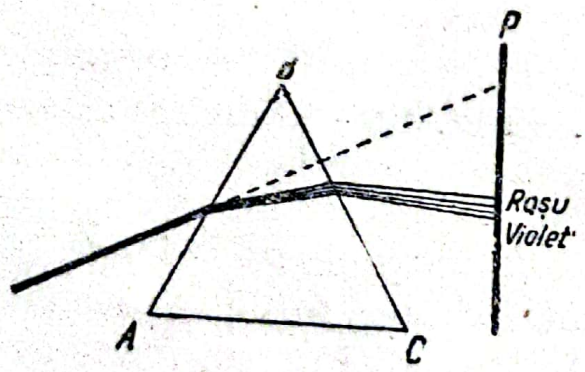


Fig. 82 — Dispersia luminii prin prismă.

Scanned with CamScanner

fractă la fel diferitele culori. Prisma frînge mai mult razele violete și mai puțin pe cele roșii.

Recompunerea luminii albe. Putem dovedi că lumina albă este formată din șapte culori și cu ajutorul *discului Newton.* Acesta este un disc de carton, de lemn sau de sticlă, împărțit într-un număr de sectoare care să fie un multiplu de șapte, adică 7, 14, 21, 28 etc. Sectoarele sînt vopsite în ordinea culorilor spectrului (vezi planșa colorată de la sfîrșitul cărții). Dacă învîrtim repede discul, îl vedem alb. Explicația este următoarea: ochiul nostru poate distinge două imagini cînd ele trec prin fața ochiului la un interval de timp de cel puțin o zecime de secundă. Cînd imaginile se succed mai repede, ochiul le percepe pe toate în același timp. Discul fiind învîrtit repede, diferitele culori se suprapun pe retină și dau impresia de lumină albă. Compunerea luminii albe prin suprapunerea tuturor culorilor spectrului se numește *sinteza luminii albe.*

Culori complementare. Se poate obține impresia de lumină albă și prin suprapunerea numai a două culori. Astfel, dacă suprapunem lumina roșie peste lumina verde, se obține lumina albă.

Experiență. Luăm un disc de carton împărțit în sectoare, vopsite alternativ în culorile verde și roșu. Rotind repede acest disc, el se vede alb. Două culori care, suprapuse, dau culoarea albă se numesc *culori complementare.* Roșul și verdele sînt culori complementare. În afară de acestea, culori complementare mai sînt: galbenul cu violetul și albastrul cu portocaliul. Zahărul, cînd se fabrică, are o culoare slab gălbuie. Se adaugă însă puțină culoare albastră și zahărul devine alb

Scanned with CamScanner

strălucitor, deoarece cele două culori sînt complementare. Tot în același scop se albăstresc rufele după spălat, ca să devină albe.

Culoarea corpurilor. Noi vedem corpurile dimprejur deoarece acestea primesc lumină de la Soare, pe care o împrăștie în jurul lor. Cum se face însă că unele corpuri se văd albe, altele roșii, verzi etc.? Lumina albă căzînd pe suprafața corpurilor, unele culori sînt absorbite de corpuri, iar altele sînt reflectate. Noi vedem corpurile după felul razelor pe care ele le reflectă. Astfel, un corp este albastru fiindcă el absoarbe toate radiațiile luminii albe, afară de cele albastre, pe care le reflectă. Aceste raze albastre reflectate de corp ajung la ochiul nostru și ne fac să vedem corpul colorat în albastru. Un corp roșu reflectă numai razele roșii, iar pe celelalte culori le absoarbe.

Se întîmplă ca un corp să reflecte la suprafața lui deodată două sau mai multe din culorile spectrului. Atunci el va fi colorat cu o culoare intermediară, care depinde de felul și de proporția razelor reflectate. Cînd un corp reflectă toate culorile care cad asupra lui, el este alb. Astfel sînt: hîrtia, varul, zăpada etc. Corpurile care absorb toate radiațiile și nu reflectă nici una sînt negre.

Nu numai corpurile opace sînt colorate, dar și cele transparente. Privind printr-o sticlă roșie, vedem toate corpurile colorate în roșu. Această sticlă nu este transparentă decît pentru razele roșii; pe toate celelalte le absoarbe. O sticlă albastră este transparentă numai pentru razele albastre, pe celelalte culori ale luminii albe absorbindu-le ș.a.m.d.

Scanned with CamScanner

Corpurile incolore cum sînt: sticla, gheața, apa, aerul etc. sînt transparente deopotrivă pentru toate radiațiile spectrului.

Curcubeul. Uneori se observă pe cer un arc colorat în cele șapte culori ale spectrului solar. Acesta este *curcubeul.* Partea dinafară a arcului este colorată în roșu, iar cea dinăuntru, în violet. Cîteodată se observă și un al doilea curcubeu, avînd culorile mai slabe și așezate în ordine inversă, cu violetul în afară și cu roșul în interior. Acest fenomen se observă după ploaie, cînd avem Soarele în spate, iar în față privim un nor nu prea ridicat deasupra orizontului.

Putem obține curcubeul, dacă ne așezăm cu spatele spre Soare și privim în picăturile de apă aruncate cu o stropitoare sau cu un furtun în fața noastră. Curcubeul se datorește dispersiei luminii solare de către picăturile de apă ale norilor.

Curcubeul a dat naștere la multe superstiții în masele populare. Este însă un fenomen simplu, care nu are nimic neobișnuit în el.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce sînt instrumentele optice și de cîte feluri sînt?
2. Care sînt părțile principale ale unui aparat de proiecție?
3. La ce este folosit aparatul de proiecție?
4. Ce este aparatul cinematografic?
5. Ce este lupa și la ce se întrebuințează?
6. Ce este microscopul?
7. Care sînt părțile principale ale unui microscop?
8. Unde se formează imaginile în ochi?
9. Ce se înțelege prin acomodarea vederii?
10. Care sînt defectele unor ochi și cum se corijează?
11. Ce sînt ochelarii?

Scanned with CamScanner

12. Ce fel de ochelari întrebuințează un miop, dar un hipermetrop?
13. Ce se înțelege prin dispersia luminii?
14. De ce se descompune lumina albă cînd trece prin prismă?
15. Ce este spectrul solar?
16. Cum se poate recompune lumina albă?
17. Ce este discul lui Newton și la ce folosește?
18. Ce sînt culorile complementare?
19. Dați exemple de culori complementare.
20. Cum explicați culoarea corpurilor opace?
21. Cum explicați culoarea corpurilor transparente?
22. Ce este curcubeul și cînd se produce?

PROBLEME—ÎNTREBĂRI

1. La ce distanță trebuie să așezați lupa de obiectul pe care îl priviți ca să-l vedeți mai mare?
2. Cum procedați ca să obțineți o imagine reală cît mai mare cu aparatul de proiecție?
3. De ce distingem toate culorile discului Newton cînd este rotit cu viteză mică și de ce cînd e rotit repede îl vedem alb?

Scanned with CamScanner

ELECTRICITATEA

ELECTRIZAREA CORPURILOR

Electrizarea corpurilor prin frecare. *Experiență.* Frecăm un baston de sticlă cu o bucată de stofă sau mai bine cu o blană de pisică. Dacă-l apropiem de bucățele de hîrtie, vedem că acestea sînt atrase (fig. 83). Bastonul de sticlă capătă prin frecare însușirea de a atrage corpurile ușoare: bobițe de măduvă de soc, fulgi, fire de păr etc. Putem repeta experiența frecînd un baston de ebonită, de sulf sau de rășină. Observăm că și acestea, prin frecare, capătă proprietatea de a atrage corpurile ușoare. Spunem despre aceste corpuri că prin frecare s-au *electrizat* sau că *s-au încărcat cu electricitate*.

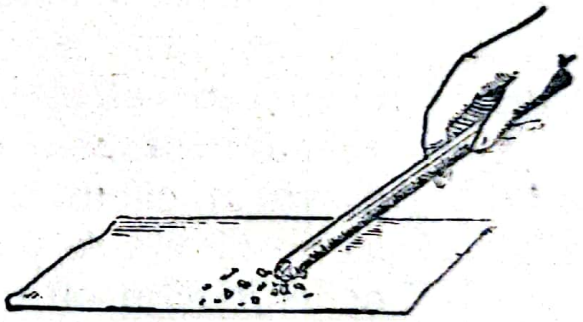


Fig. 83 — Bastonul frecat atrage corpuri ușoare.

Istoric. Fenomenul electrizării prin frecare este cunoscut de foarte multă vreme. Filozoful grec Thales din Millet (640—550 î. e. n.) descrie observația unei țesătoare, că obiectele de chihlimbar frecate cu o stofă de lînă capătă însușirea de a atrage corpurile ușoare.

Scanned with CamScanner

Cu toate că fenomenele electrice sînt cunoscute de atîta vreme, știința despre electricitate s-a dezvoltat mult mai tîrziu. În veacul al XVII-lea un medic englez, Gilbert, scrie o carte despre magneți, în care se ocupă și de atracția dintre corpurile electrizate. Termenul de „electrizare" a fost introdus de Gilbert. El provine de la cuvîntul „electron", care în limba elină înseamnă „chihlimbar", pentru că este primul corp la care s-a observat această proprietate. Tot Gilbert a arătat că sînt și alte substanțe care se electrizează prin frecare: rășina, sulful, ceara roșie etc. Dezvoltarea cunoștințelor în acest domeniu a avut loc în secolul al XIX-lea, cînd au fost descoperite majoritatea fenomenelor electrice.

Corpuri bune și rele conducătoare de electricitate. Am văzut că un baston de sticlă, unul de ebonită ori de rășină se pot electriza cînd le ținem în mînă și le frecăm cu o stofă de lînă. Alte corpuri, cum sînt metalele, oricît de mult le-am freca, nu se electrizează dacă le ținem în mînă. Dacă luăm însă un baston de metal prevăzut cu un mîner de sticlă și îl frecăm ținîndu-l de mîner, acesta se electrizează.

Corpurile ca: sticla, ebonita, sulful, rășina etc. *sînt rele conducătoare de electricitate.* Electricitatea care apare prin frecare la aceste corpuri rămîne pe locul unde s-a produs, nu se răspîndește în toată masa corpului. Tot corpuri rele conducătoare de electricitate mai sînt: ceara roșie, cauciucul, chihlimbarul, mătasea, țesăturile, uleiurile, aerul uscat etc.

Metalele sînt *bune conducătoare de electricitate.* La aceste corpuri, electricitatea dezvoltată prin

Scanned with CamScanner

frecare se răspîndește repede în tot corpul și dacă le ținem în mînă, electricitatea trece ușor prin corpul nostru în pămînt. Tot corpuri bune conducătoare de electricitate mai sînt: cărbunii, corpul omului și al animalelor, pămîntul, vaporii de apă etc. Corpurile bune conducătoare de electricitate se numesc *conductori*, iar cele rele conducătoare de electricitate se numesc *izolatori*.

Electrizarea prin contact. Să luăm un corp electrizat și să-l atingem de un alt corp neelectrizat. O parte din electricitatea corpului electrizat va trece pe corpul neelectrizat și astfel se va electriza și acesta. Spunem că cel de-al doilea corp s-a *electrizat prin contact*. Dacă cele două corpuri sînt rele conducătoare, electricitatea trece pe al doilea corp numai în punctul de contact.

Cînd cele două corpuri sînt amîndouă conductoare, electricitatea trece în parte de la unul la celălalt și se răspîndește imediat pe toată suprafața lor. Așa ne putem explica de ce-și pierde electricitatea un conductor, cînd este pus în legătură cu pămîntul. Pămîntul fiind foarte mare în raport cu conductorul, toată electricitatea din conductor trece în pămînt. Un conductor se poate pune în contact cu pămîntul printr-un alt conductor, de exemplu o sîrmă, un lanț sau atingînd conductorul cu mîna.

După cum se vede, electrizarea prin contact se face la corpurile bune conducătoare de electricitate. Izolatorii se electrizează foarte puțin prin contact.

Pendulul electric. Două feluri de sarcini electrice. Pentru a constata dacă un corp este electrizat sau nu, ne folosim de un aparat foarte

Scanned with CamScanner

simplu, numit *pendulul electric*. Acesta este făcut dintr-o bobiță de măduvă de soc *b* foarte ușoară atîrnată cu un fir de mătase *a*, de un suport izolator *cd* (fig. 84). Apropiind un corp electrizat de bobița pendulului electric, aceasta este atrasă.

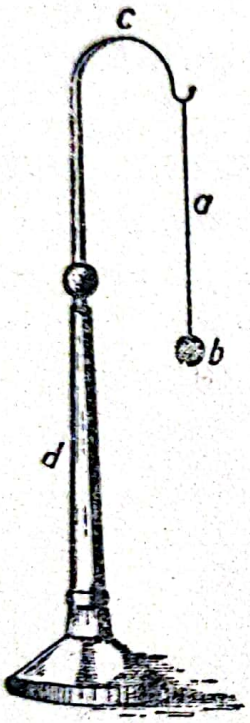


Fig. 84 — Pendulul electric.

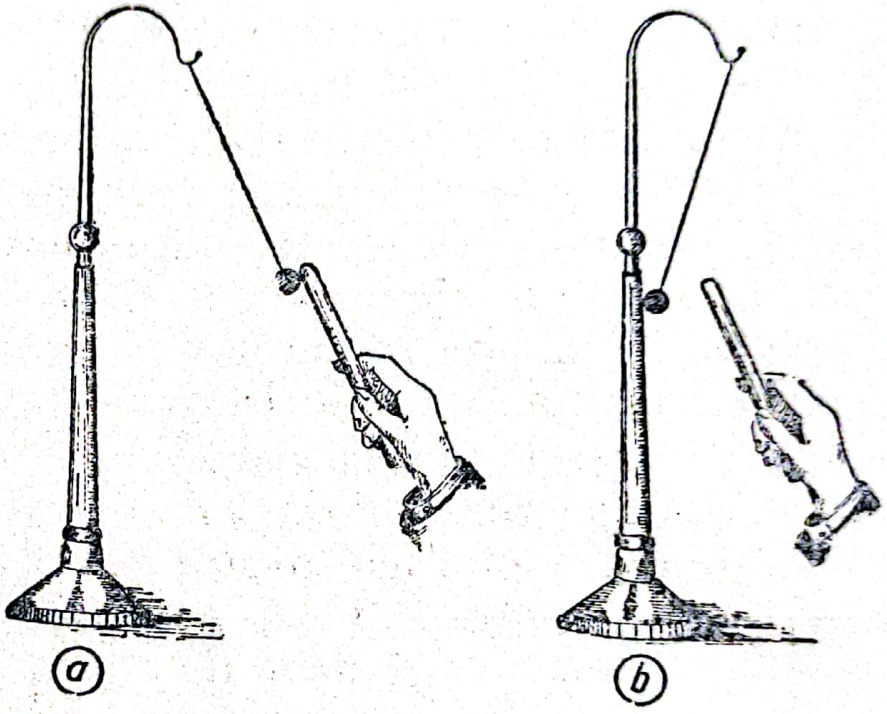


Fig. 85 — Pendul atras și respins de un corp electrizat.

Cînd corpul nu este electrizat, bobița nu este atrasă. Faptul că bobița pendulului este atrasă ne dovedește că acel corp este electrizat. Cînd un corp se electrizează, spunem că a căpătat sarcini electrice.

Experiență. Luăm un pendul electric și apropiem de bobița lui un baston de sticlă electrizat prin frecare (fig. 85). Observăm că bobița de soc este mai întîi atrasă de baston, vine în contact cu el (fig. 85 a) și apoi este respinsă (fig. 85 b). Depărtăm bastonul, îl frecăm din nou, ca să-și mențină electrizarea. Apropiindu-l iarăși de pendul, bobița este respinsă (fig. 85 b).

Scanned with CamScanner

Venim apoi cu un baston de ebonită electrizat tot prin frecare și-l apropiem de bobița de soc. Aceasta este atrasă. Apropiind din nou bastonul de sticlă electrizat, bobița de soc va fi respinsă. Încercăm și cu alte corpuri electrizate. Bobița de soc este atrasă de unele corpuri electrizate și respinsă de altele. Rezultă că sînt două feluri de electricitate: electricitate ca aceea cu care s-a electrizat bastonul de sticlă, numită *electricitate pozitivă*, și electricitate ca aceea cu care s-a electrizat bastonul de ebonită, numită *electricitate negativă*. Sarcinile electrice pot fi deci pozitive sau negative. Prin frecare bastonul de sticlă se electrizează pozitiv, iar cel de ebonită, rășină, ceară roșie etc., se electrizează negativ.

Acțiunea reciprocă dintre sarcinile electrice. *Experiență.* Luăm două pendule electrice și le electrizăm pe amîndouă pozitiv, punîndu-le în contact cu un baston de sticlă electrizat prin frecare. Apropiem cele două pendule și vedem că bobițele lor se resping (fig. 86). Înseamnă că *sarcinile pozitive se resping între ele.*

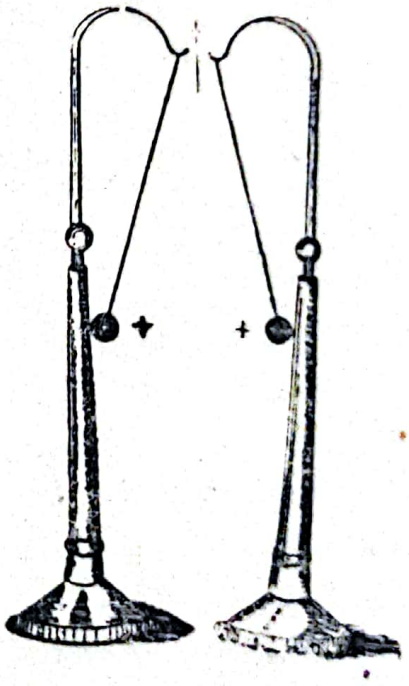


Fig. 86 — Acțiunea dintre 2 pendule cu sarcini de același fel.

Punem mîna pe bobițele de soc, ca să se descarce de sarcinile electrice. Le atingem apoi cu un baston de ebonită electrizat prin frecare. Ambele pendule capătă sarcini negative. Dacă le apropiem, de asemenea ele se resping

Scanned with CamScanner

(fig. 86). Deci și sarcinile negative se resping între ele.

Să electrizăm acum bobița unui pendul cu electricitate pozitivă, iar a celuilalt pendul cu electricitate negativă. Dacă apropiem cele două pendule, bobițele lor se atrag (fig. 87). De data aceasta ele nu mai au aceleași sarcini: una are sarcină pozitivă, iar cealaltă are sarcină negativă. Înseamnă că *sarcinile electrice de sens contrar se atrag între ele.*

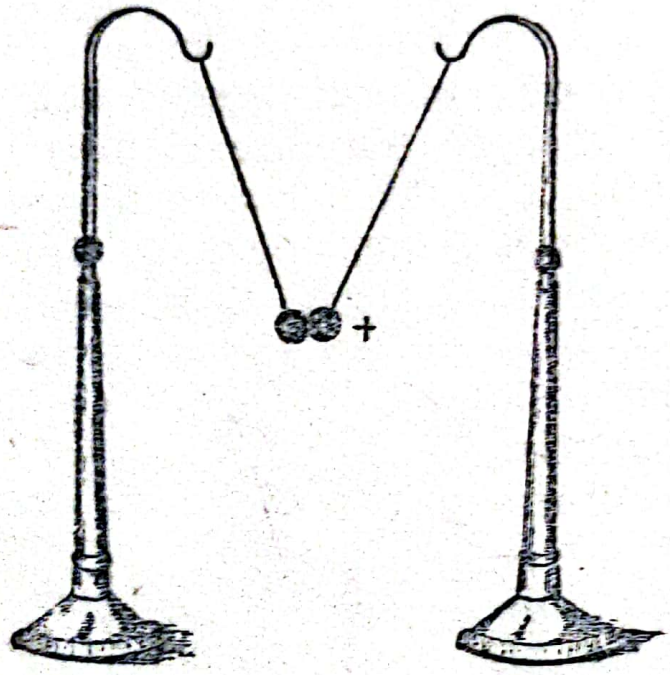


Fig. 87 — Acțiunea dintre 2 pendule cu sarcini de sens contrar.

În concluzie, sarcinile electrice de același fel se resping, iar sarcinile electrice de sens contrar se atrag.

Pe baza forței de atracție sau de respingere dintre corpurile electrizate putem determina cu ce fel de electricitate este încărcat un corp, servindu-ne de un pendul electric.

Experiență. Luăm un pendul și-l electrizăm, de exemplu pozitiv, punîndu-l în contact cu un baston de sticlă electrizat prin frecare. Cînd apropiem corpul pe care-l cercetăm de pendul, bobița lui va fi atrasă sau respinsă, în cazul cînd acel corp este electrizat.

Cînd bobița este atrasă, rezultă că acel corp are o sarcină negativă, iar dacă bobița este res-

Scanned with CamScanner

pinsă, corpul are o sarcină pozitivă, fiindcă sarcinile de sens contrar se atrag, iar cele de același sens se resping.

Cînd un corp nu este electrizat, spunem că este *neutru*.

CÎMP ELECTRIC

Electroscopul cu foițe. Putem afla dacă un conductor este electrizat și cu ce fel de sarcină, cu ajutorul unui pendul electric.

Un astfel de aparat, cu care se poate constata dacă un corp este încărcat cu electricitate și cu ce anume fel de electricitate, se numește *electroscop*. Pendulul electric este cel mai simplu electroscop.

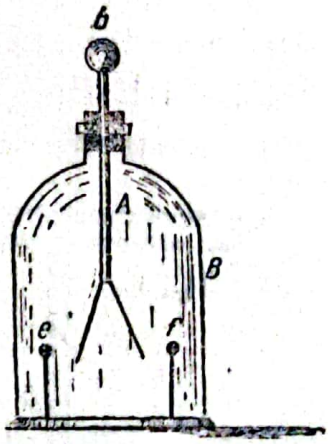


Fig. 88 — Electroscop cu foițe metalice.

Un electroscop mai sensibil și foarte mult întrebuințat este electroscopul cu foițe metalice.

Electroscopul cu foițe este făcut dintr-un conductor în formă de vergea metalică *A* (fig. 88), terminată la un capăt cu sfera *b*. La celălalt capăt sînt lipite două foițe foarte subțiri de aluminiu sau de aur. Acest conductor este trecut prin gîtul unui borcan de sticlă *B*, prevăzut cu un dop dintr-o substanță izolatoare. Cel mai bun izolator pentru electroscoape este dielectrina, descoperită de profesorul romîn Dragomir Hurmuzescu.

Cîmp electric. Orice corp încărcat cu electricitate exercită în jurul său forțe de atracție. Cu cît ne depărtăm de corpul electrizat, forțele de

Scanned with CamScanner

atracție slăbesc și de la oarecare distanță nu se mai simt. *Spațiul din jurul unui corp electrizat în care se manifestă acțiunile electrice, se numește cîmp electric.* Se spune că o sarcină electrică creează în jurul ei un cîmp electric.

Electrizarea corpurilor prin influență. *Experiență.* Luăm un conductor AB de formă alungită, susținut pe un picior izolator D de sticlă sau ebonită (fig. 89). La capetele conductorului sînt prinse cu fire de bumbac două perechi de bobițe de soc. Apropiem (fără să atingem) de un capăt al conductorului un baston de ebonită electrizat negativ prin frecare. Bobițele de soc se depărtează între ele, arătînd că s-au electrizat cu același fel de electricitate. Dacă depărtăm bastonul de ebonită, bobițele se apropie, deci rămîn în stare neutră. Apropiem din nou bastonul

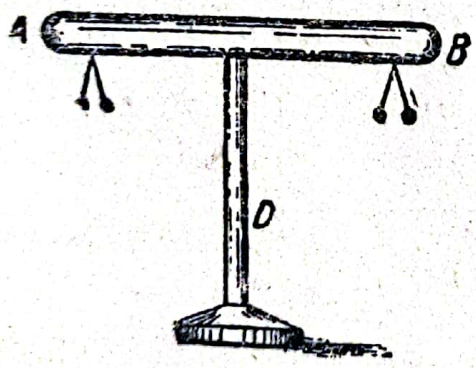


Fig. 89—Un cilindru izolat cu bobițe de soc la capete.

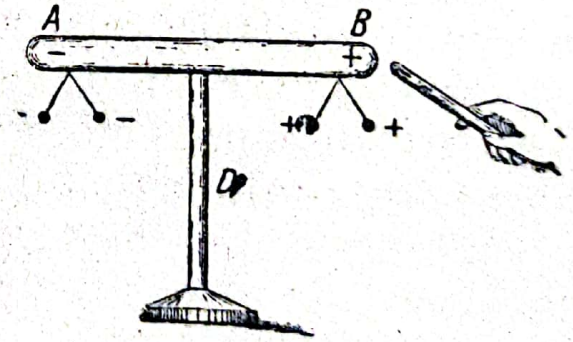


Fig. 90—Electrizarea prin influență a unui conductor.

de ebonită, bobițele se depărtează (fig. 90). Cu ajutorul unui alt baston electrizat constatăm că bobițele de la capătul B sînt electrizate pozitiv, iar cele de la capătul A, negativ.

Repetăm experiența apropiind de capătul B al conductorului un corp electrizat pozitiv. Bobițele

Scanned with CamScanner

din *B* se vor electriza negativ, iar cele din *A*, pozitiv.

Observăm că apropiind de un conductor izolat un corp electrizat, acel conductor se electrizează de fel contrar în partea cea mai apropiată și de același fel în partea mai depărtată. Cum ne explicăm acest fenomen?

Pe orice conductor se găsesc, atît sarcini electrice pozitive, cît și sarcini electrice negative în cantități egale. Sarcinile electrice pozitive sînt fixe la un conductor metalic, pe cînd cele negative (electronii) se pot mișca liber în conductor. Conductorul apare neutru, deoarece cele două feluri de sarcini se neutralizează reciproc. Cînd apropiem bastonul electrizat, acesta atrage sarcinile electrice de fel contrar și le respinge pe cele de același fel. Capătul mai apropiat se va electriza cu electricitate de fel contrar, iar cel mai depărtat, cu electricitate de același fel.

Electrizarea unui conductor de la distanță cu ajutorul unui alt corp electrizat se numește electrizare prin influență.

Observăm că prin influență se separă sarcini electrice egale și de semne contrare.

Experiență. De conductorul cu bobițe apropiem un baston de ebonită electrizat negativ prin frecare. După cum știm, bobițele se depărtează (fig.90). În acest moment atingem cu degetul conductorul; bobițele se apropie. Depărtăm întîi degetul și apoi bastonul de ebonită. Bobițele se depărtează din nou, arătînd că conductorul a rămas încărcat. Cu ajutorul unui pendul electric putem arăta că pe conductor au rămas sarcini electrice pozitive, adică de fel contrar acelora de pe bastonul

Scanned with CamScanner

de ebonită. Ce s-a întîmplat? Prin apropierea bastonului electrizat negativ, conductorul AB s-a electrizat prin influență. Cînd atingem conductorul cu degetul, sarcinile electrice negative se scurg prin corpul nostru în pămînt, iar sarcinile pozitive rămîn pe conductor. Îndepărtînd întîi degetul și pe urmă bastonul, conductorul rămîne electrizat pozitiv. În acest fel se poate electriza un conductor prin influență. Desigur că electrizarea ar fi fost inversă, dacă de conductor am fi apropiat un baston electrizat pozitiv. Se vede că prin influență un *conductor se electrizează totdeauna cu electricitate de semn contrar cu a celui care l-a influențat.*

Încărcarea electroscopului prin influență. Un electroscop cu foițe poate fi electrizat, atît prin contact, cît și prin influență.

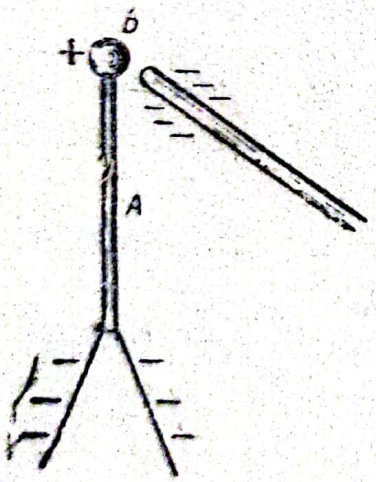


Fig. 91 — Electrizarea prin influență a unui electroscop.

Experiență. Electrizăm negativ un baston de ebonită frecîndu-l cu o bucată de postav și-l apropiem de sfera *b* a electroscopului fără a o atinge (fig.91).

Prin influență, electricitatea negativă va fi respinsă în foițe. Foițele se depărtează, fiindcă sînt încărcate cu același fel de electricitate și se resping. Dacă îndepărtăm bastonul, foițele electroscopului se apropie. Putem constata în acest mod dacă un corp este electrizat sau nu. Apropiind acel corp de sfera electroscopului, dacă foițele se depărtează, înseamnă că acel corp

Scanned with CamScanner

este electrizat Cînd corpul nu este electrizat, foiţele nu se depărtează.

Pentru ca electroscopul să rămînă încărcat, apropiem bastonul de sferă fără a o atinge. Atingem apoi o clipă sfera cu degetul, ridicăm degetul de pe sferă şi numai după aceea îndepărtăm bastonul. După cum ştim, electricitatea negativă se va scurge în pămînt prin corpul nostru. Electroscopul va rămîne încărcat cu electricitate pozitivă şi foiţele lui vor sta depărtate. Deci, prin influenţă, electroscopul se încarcă cu electricitate de fel contrar aceleia de pe baston. Pentru ca să descărcăm electroscopul este suficient să atingem sfera lui cu mîna.

Folosirea electroscopului. Cînd vrem să aflăm cu ce fel de electricitate este încărcat un corp, ne servim de electroscop, procedînd în felul următor.

Se încarcă mai întîi electroscopul cu un fel de electricitate cunoscut (spre exemplu, încărcăm electroscopul prin influenţă cu electricitate negativă). Se apropie apoi corpul cu electricitate necunoscută de sfera electroscopului, fără să o atingem, şi se observă foiţele. Acestea se apropie sau se depărtează.

a) În cazul cînd foiţele se apropie, înseamnă că acel corp este încărcat cu electricitate de fel contrar celei de pe electroscop. Electricitatea de pe corp atrage electricitatea din foiţe înspre sfera electroscopului şi foiţele, nemaiavînd electricitate, se apropie.

b) Cînd foiţele se depărtează şi mai mult, înseamnă că sarcina electrică de pe corp este de acelaşi fel cu a electroscopului. Electricitatea din corp respinge în foiţe pe cea de acelaşi fel din

Scanned with CamScanner

sfera electroscopului. Acestea, posedînd mai multă electricitate, se depărtează mai mult.

Observații. Cele două coloane metalice *e* și *f* (fig. 88) din electroscop servesc pentru a mări divergența foițelor. Ele sînt influențate de sarcina electrică a foițelor și se încarcă cu sarcini de sens contrar acestora, astfel că, atrăgînd foițele, măresc îndepărtarea lor.

Electronii. Cercetările oamenilor de știință au arătat că atomul are o constituție complicată, asemănătoare sistemului solar. Orice atom are un miez central încărcat cu electricitate pozitivă numit *nucleu*, în jurul căruia se învîrtesc *electronii*, particule de electricitate negativă. În acest fel atomul apare neutru, deoarece conține sarcini egale de electricitate pozitivă și negativă, care se neutralizează reciproc.

La corpurile bune conducătoare de electricitate, electronii se pot deplasa ușor de la un atom la altul sau dintr-o parte în alta a corpului. În schimb, nucleii pozitivi nu se pot deplasa. Ca urmare, într-un conductor se deplasează numai sarcinile electrice negative, nu și cele pozitive.

Cînd încărcăm un conductor cu electricitate negativă, înseamnă că îi dăm electroni. Dacă, însă, luăm electroni de la un conductor, acesta rămîne încărcat cu electricitate pozitivă. Deci, un corp electrizat negativ are un surplus de electroni, în timp ce un corp electrizat pozitiv are o lipsă de electroni.

La electrizarea prin influență, cînd am apropiat bastonul electrizat negativ de conductorul izolat, electricitatea negativă de pe baston a respins electronii de pe conductor, care s-au îngrămădit în partea opusă (fig. 90 capătul *A*). Spre capătul *B* a rămas o lipsă de electroni și astfel în această regiune conductorul se electrizează pozitiv. Cînd atingem cu degetul capătul *A* al conductorului, electronii se scurg, prin corpul nostru, în pămînt. Dacă am fi atins cu degetul un corp electrizat pozitiv, atunci electronii din pămînt ar trece prin corpul nostru, ca să neutralizeze electricitatea pozitivă de pe acel conductor. Fenomenele electrice se pot astfel explica foarte bine dacă ținem seama de electroni.

Scanned with CamScanner

Mașina Wimshurst. Cînd este nevoie de electricitate mai multă, ne folosim de mașini electrostatice. Există multe feluri de mașini electrostatice. Vom descrie pe cea mai întrebuințată, care este *mașina Wimshurst*. Aceasta este formată din două discuri mari de sticlă sau de ebonită *DD'* (fig. 92

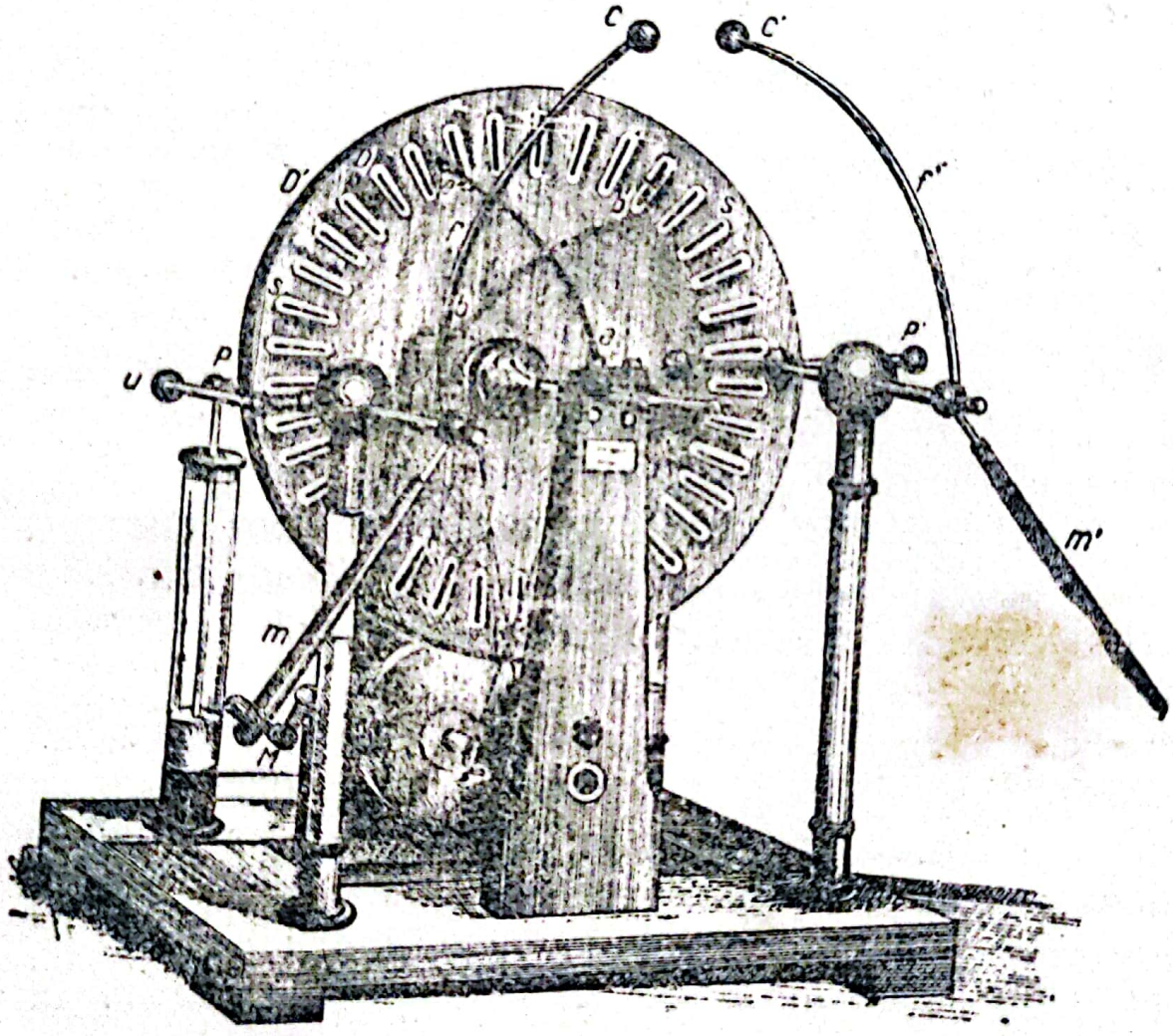


Fig. 92 — Mașina Wimshurst.

și 93), egale și așezate pe același ax. Aceste discuri se pot roti în sens invers cu ajutorul unei manivele *M* și a două curele, dintre care una este montată

Scanned with CamScanner

încrucișat. Pe fețele dinafară ale discurilor se află lipite mai multe foițe de staniol SS, numite *sectoare*. De aceste sectoare se freacă niște periuțe metalice aa' și bb' (fig. 92). Periuțele sînt fixate la capetele a doi conductori așezați diametral,

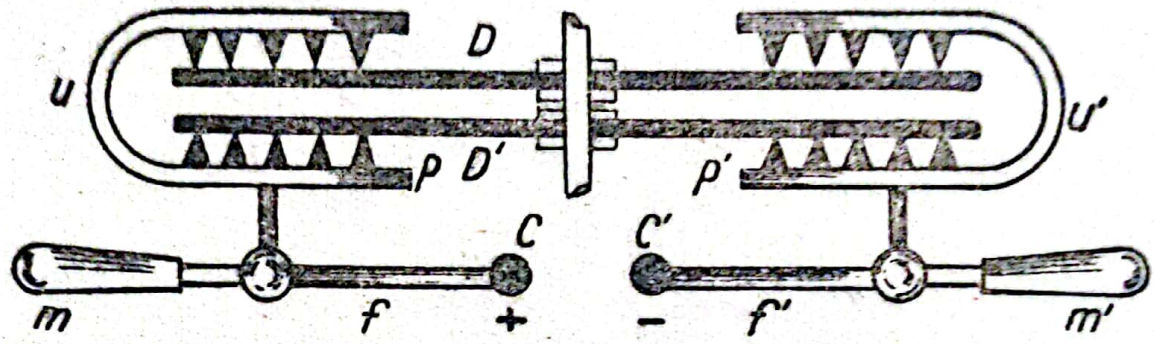


Fig. 93 — Cum arată mașina Wimshurst privită de sus.

astfel ca să formeze între ei un unghi de 90° (fig. 92). La capetele diametrului orizontal se află doi conductori în formă de U, prevăzuți cu dinți ca niște piepteni PP' (fig. 92 și 93). Conductorii uu' cuprind între ei cele două discuri fără să le atingă. Ei sînt legați cu alți conductori, care comunică cu brațele metalice f și f', terminate prin sferele C și C'. Aceste sfere formează polii mașinii, care se pot apropia sau depărta între ei cu ajutorul unor mînere izolatoare m și m'. Cînd mașina funcționează, între sfere se produc scîntei electrice. Pentru a pune mașina în funcțiune, apropiem mai întîi cei doi poli ca să se atingă și învîrtim de manivelă. Cînd mașina a început să funcționeze depărtăm polii. Periuțele aa' și bb', frecînd sectoarele de cositor, îi electrizează. Se produc ambele feluri de electricitate care ajung pe cei doi poli. Sfera care se încarcă cu electricitate pozitivă este *polul pozitiv*, iar cealaltă este *polul negativ* al mașinii.

Scanned with CamScanner

Se cunoaşte că maşina funcţionează, după zgomotul particular, nişte pîrîituri care se produc înainte de a sări scînteia electrică între cei doi poli. Polii fiind depărtaţi între ei, iau naştere scîntei electrice. Electricitatea negativă se combină cu cea pozitivă, învingînd rezistenţa aerului. Cînd polii sînt puţin depărtaţi între ei, scînteia are forma unei linii drepte. Cînd polii sînt mai depărtaţi, scînteia ia forma de linie frîntă. Dacă polii sînt la distanţă prea mare, deşi maşina funcţionează, nu se mai obţin scîntei, deoarece stratul de aer dintre poli opune o mare rezistenţă la scurgerea electricităţii. Cînd aerul este uscat, cu această maşină se pot obţine scîntei cu lungimea de 5 cm şi chiar mai mult.

Experienţe cu maşina electrostatică. 1) Între cei doi poli ai maşinii în funcţiune ţinem o foaie de hîrtie sau un carton subţire, aşa ca scînteile să o străbată. După ce o scoatem dintre poli, vedem că este ciuruită ca şi cum ar fi fost înţepată cu acul. Găurile mici sînt făcute de scînteile electrice. În industrie, asemenea scîntei se folosesc pentru a face găuri fine la diferite piese metalice.

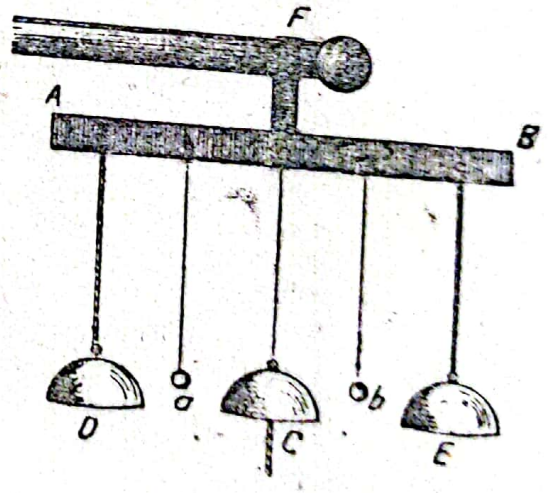


Fig. 94 — Clopoţeii electrici.

2) *Clopoţeii electrici* sînt formaţi dintr-o bară metalică AB (fig. 94), la capetele căreia sînt legaţi prin cîte un lanţ sau sîrmă doi clopoţei D şi E. De mijlocul barei este atîrnat clopoţelul C, printr-un fir de mătase izolator. Clopoţelul

Scanned with CamScanner

acesta este prevăzut cu un lanț prin care se pune în legătură cu pămîntul. Între clopoței sînt suspendate, prin fire izolatoare de mătase, micile sfere metalice *a* și *b*. Atîrnăm acest aparat prin cîrligul său *F* la unul din polii mașinii, de exemplu la polul pozitiv. Punem mașina în funcțiune. Clopoțeii de la margine, fiind în legătură metalică cu bara *AB*, se vor încărca cu sarcini pozitive și vor atrage sferele mici *a* și *b*. Acestea, atingînd clopoțeii, se încarcă pozitiv prin contact și apoi sînt respinse. Clopoțelul de la mijloc se încarcă prin influență cu electricitate negativă și atrage sferele *a* și *b*. Acestea, venind în contact cu clopoțelul *C*, se neutralizează, sînt din nou atrase de clopoțeii *D* și *E*, apoi respinse și din nou atrase de clopoțelul *C* etc. La fiecare izbire a sferelor de clopoței se produc sunete ca la sonerie.

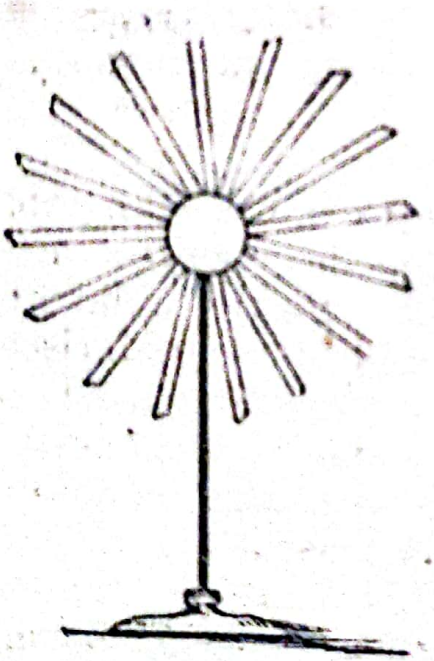


Fig. 95—Umbrela electrică.

3) *Umbrela electrică* este un conductor sferic cu suport izolator, de care sînt lipite benzi subțiri de hîrtie. Cînd punem conductorul în contact cu unul din polii mașinii electrostatice, foițele de hîrtie, electrizîndu-se cu același fel de electricitate, se resping între ele și iau forma unei umbrele (fig. 95).

4) *Morișca electrică* (fig. 96) este alcătuită din două sau trei vergele metalice (de alamă), îndoite la capete în același sens și ascuțite la vîrf. Vergelele

Scanned with CamScanner

sînt așezate ca diametrii unui cerc. Ele sînt fixate la mijloc printr-o piesă metalică înzestrată cu o scobitură în care poate intra vîrful ascuțit al unui suport vertical. În felul acesta morișca se poate mișca într-un plan orizontal în jurul axului *O*. Izolăm morișca, așezînd-o pe un disc de sticlă, și o punem în legătură prin lanțul *d* cu unul din polii mașinii Wimshurst. Cînd mașina funcționează, morișca se rotește în sens invers vîrfurilor ascuțite.

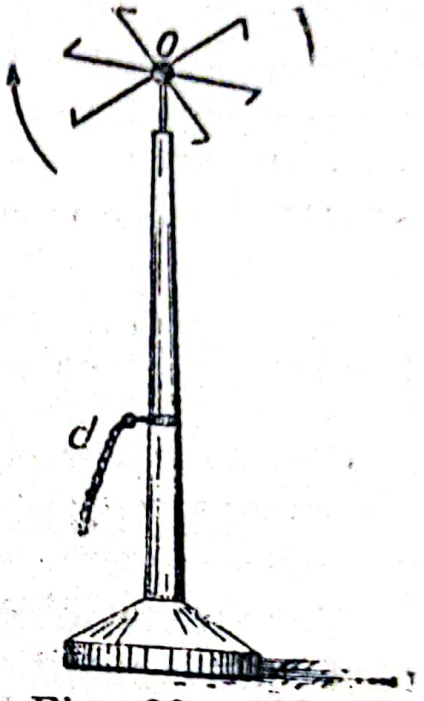


Fig. 96 — Morișca electrică.

Explicația este următoarea: morișca se electrizează și toată electricitatea se scurge prin vîrfurile ascuțite, formînd ca un vînt care rotește morișca în sens contrar. Dacă apropiem mîna de vîrfurile moriștii, simțim chiar un curent de aer. Morișca electrică constituie o dovadă că electricitatea se scurge prin vîrfurile ascuțite.

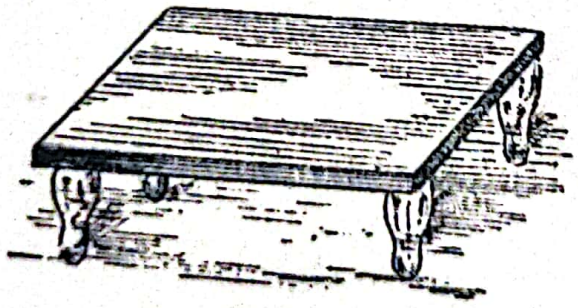


Fig. 97 — Scaunul izolator.

5) *Scaunul izolator* (fig. 97) este un scaun cu picioare izolatoare de sticlă sau de ebonită. Un elev stă în picioare pe acest scaun și atinge cu o mînă unul din polii mașinii Wimshurst. Elevul se electrizează și părul i se zbîrlește, deoarece

Scanned with CamScanner

firele de păr, fiind electrizate cu același fel de electricitate, se resping.

Prin vîrful nasului și al degetelor elevul simte ca un curent, deoarece electricitatea se scurge prin vîrfurile ascuțite. Trebuie să avem grijă ca elevul de pe scaun să nu atingă deodată amîndoi polii, deoarece se produc descărcări periculoase. De asemenea, cît timp mașina este în funcțiune, nu este permis să atingem elevul de pe scaunul electric, nici ca acesta să se coboare.

ELECTRICITATEA ATMOSFERICĂ

Fenomene electrice în atmosferă. Ploile de vară sînt însoțite uneori de fulgere, trăsnete și tunete. Deoarece fulgerul este o scînteie electrică asemănătoare scînteii dintre polii unei mașini electrostatice s-a dedus că în atmosferă se găsește întotdeauna electricitate. Cel care a dovedit acest lucru a fost Benjamin Franklin, în 1752. Studii asupra electricității atmosferice au mai fost făcute și de savanții ruși Lomonosov și Richman. Din cauza unor astfel de experiențe a murit Richman în 1753.

Benjamin Franklin a înălțat în timpul unei furtuni un zmeu prevăzut cu un vîrf metalic ascuțit. Zmeul era legat cu o sfoară de cînepă, care a devenit udă datorită ploii și deci bună conducătoare de electricitate. Capătul de jos al sforii era legat de un inel metalic, de acesta fiind prinsă o fîșie de mătase izolatoare de care ținea zmeul. Apropiind degetul de inel, Franklin a observat că se produc scîntei destul de mari. A putut chiar

încărca alți conductori, dovedind astfel că în atmosferă se găsește electricitate.

Pentru a cerceta electricitatea atmosferică, ne servim de un electroscop terminat cu o vergea ascuțită și lungă de vreo doi metri (fig. 98). Dacă ridicăm acest electroscop la diferite înălțimi, se constată că se încarcă cu electricitate și foițele se depărtează. Cu cît ridicăm electroscopul mai sus, cu atît se încarcă mai mult.

Fig. 98 Electroscop cu care se află electricitatea din atmosferă.

Fulgerul. Norii, aflîndu-se în atmosferă, se încarcă unii cu electricitate pozitivă, iar alții cu electricitate negativă. În timpul furtunilor se întîmplă ca un nor încărcat cu electricitate pozitivă să se apropie de alt nor încărcat cu electricitate negativă. Între cei doi nori se va produce o descărcare electrică care este *fulgerul.*

Fulgerul este o scînteie puternică ce se produce între doi nori. Forma scînteii fulgerului este a unei linii șerpuite, cu multe ramuri, lungimea ei putînd ajunge la cîteva sute de metri sau chiar kilometri. Uneori, cînd descărcările au loc în regiunile mai înalte ale atmosferei, unde presiunea aerului este mică, se observă o lumină albă, roșiatică sau violacee, care se întinde pe o mare suprafață.

Fulgerele sînt însoțite de un zgomot numit *tunet.* Scînteia electrică fiind foarte caldă, dilată aerul, provocînd un gol. Aerul din jurul golului năvălește apoi cu putere producînd acel zgomot

foarte puternic. Tunetul se aude ceva mai tîrziu, după vederea fulgerului (cu toate că fulgerul și zgomotul se produc o dată), deoarece are nevoie de un timp mai lung ca să ajungă la urechea noastră. Viteza sunetului în aer este de 340 m/s, în timp ce lumina se propagă cu o viteză de 300 000 km/s. Dacă măsurăm cu un cronometru timpul care trece între vederea fulgerului și auzirea tunetului, putem calcula ușor distanța la care s-a produs.

Considerăm un nor încărcat cu electricitate negativă, care trece pe deasupra unei clădiri. Prin influență, electricitatea pozitivă de pe clădire va fi atrasă în partea de sus, iar cea negativă va fi respinsă în pămînt. Casa va deveni astfel electrizată pozitiv. Dacă norul se apropie mai mult de casă, se va produce o descărcare electrică și clădirea va fi trăsnită.

Trăsnetul este o descărcare electrică între un nor și un corp de pe pămînt.

Fulgerul și trăsnetul sînt scîntei electrice foarte mari, de aceea produc efecte dezastruoase. Astfel, pot omorî vitele pe cîmp sau oamenii, pot aprinde casele sau doborî pomii etc. Căldura produsă de trăsnet este atît de mare, încît poate topi cu ușurință toate metalele.

Înțelegem că cele mai expuse trăsnetului sînt casele înalte, turnurile, coșurile fabricilor și în general acele corpuri care au vîrfuri ascuțite. Copacii înalți sînt expuși trăsnetului din cauza formei lor. De asemenea, vitele cornute, mai ales cînd poartă lanțuri metalice. Cînd fulgeră și trăsnește, nu trebuie să ne adăpostim sub pomi sau

Scanned with CamScanner

garduri cu vîrfuri ascuţite, deoarece pe acestea cade cel mai adesea trăsnetul.

Paratrăsnetul este un dispozitiv cu ajutorul căruia clădirile şi coşurile fabricilor sînt apărate de trăsnet. El a fost inventat de Franklin şi se compune dintr-o vergea de metal, lungă de mai mulţi metri şi ascuţită la capăt.

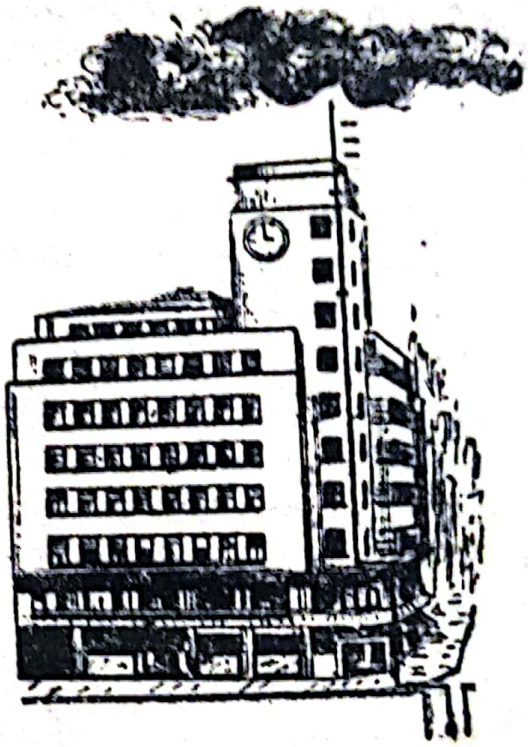


Fig. 99 — O casă cu paratrăsnet.

Vergeaua metalică se fixează în poziţie verticală pe partea cea mai înaltă a clădirii şi se pune în legătură cu pămîntul printr-un cablu din sîrmă de fier sau printr-un lanţ (fig. 99). Cablul înconjură casa, punîndu-se în legătură cu toate părţile metalice ale clădirii. Capătul de jos al cablului se prinde de nişte plăci de cupru, care se îngroapă în pămînt într-un loc umed, ca să facă un contact bun. Clădirile mai mari pot fi prevăzute cu două sau mai multe paratrăsnete legate metalic între ele.

Cînd un nor, încărcat de exemplu cu electricitate pozitivă, trece pe deasupra paratrăsnetului, îl electrizează prin influenţă negativ. Electricitatea negativă va fi atrasă în vîrful ascuţit al paratrăsnetului şi se va scurge, neutralizînd cu încetul electricitatea de pe nor. În felul acesta clădirea nu se mai electrizează puternic şi trăsnetul nu se mai poate produce. Chiar dacă s-ar produce o

Scanned with CamScanner

descărcare, scînteile electrice sînt mai mici şi au loc între nori şi vîrful ascuţit al paratrăsnetului, iar clădirea nu are nimic de suferit.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. În cîte feluri se pot electriza corpurile?
2. Cu ce fel de electricitate se încarcă sticla prin frecare?
3. Ce corpuri capătă sarcini negative prin frecare?
4. Cu ce fel de electricitate se încarcă un conductor prin contact?
5. Cum se încarcă un corp cu electricitate prin influenţă?
6. Ce acţiuni exercită sarcinile electrice între ele?
7. Ce sînt izolatorii?
8. Ce sînt conductorii?
9. Ce este pendulul electric şi la ce foloseşte?
10. Cum este făcut electroscopul cu foiţe metalice şi la ce foloseşte?
11. Cum putem determina cu ajutorul electroscopului cu ce sarcină este încărcat un conductor?
12. Ce se înţelege prin cîmp electric?
13. Care sînt părţile principale ale maşinii Wimshurst?
14. La ce foloseşte maşina Wimshurst?
15. Cum s-a dovedit că există electricitate în atmosferă?
16. Ce este fulgerul?
17. Ce este tunetul?
18. De ce nu se aude tunetul în momentul cînd se vede fulgerul?
19. Ce este trăsnetul?
20. Ce este paratrăsnetul?
21. În ce mod apără paratrăsnetul clădirile de trăsnet?

PROBLEME

1. După cît timp se aude tunetul, dacă fulgerul s-a produs la distanţă de 3400 m?

Răspuns: 10 s.

2. De la vederea fulgerului şi pînă la auzirea tunetului au trecut 8 s. La ce depărtare a căzut trăsnetul?

Răspuns: 2720 m.

Scanned with CamScanner

3. Un fulger se produce la o depărtare de 1700 m şi se aude tunetul după 5 s. Ce viteză are sunetul?

Răspuns: 340 m/s.

4. Cum se descarcă un electroscop încărcat?

5. De ce nu trebuie să atingem polul unei maşini electrostatice în funcţiune?

6. De ce simţim vînt cînd apropiem mîna de vîrfurile moriştii electrice în funcţiune?

CURENTUL ELECTRIC

PRODUCEREA CURENTULUI ELECTRIC

Ce este curentul electric. Să ne închipuim doi conductori încărcaţi, unul cu electricitate pozitivă şi altul cu electricitate negativă. Dacă punem cei doi conductori în legătură printr-un fir de metal, electricitatea negativă va trece prin fir ca să neutralizeze electricitatea pozitivă.

Trecerea electricităţii negative printr-un fir conductor se numeşte curent electric.

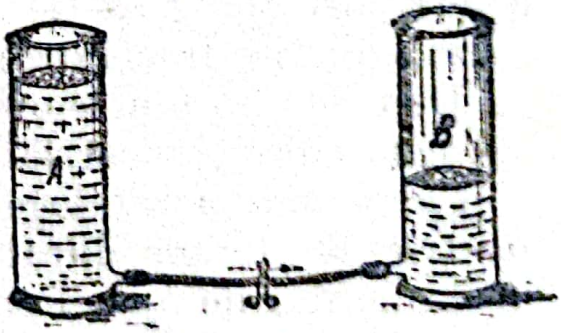


Fig. 100 — Curent de apă printr-un tub.

Curgerea electricităţii printr-un fir conductor se aseamănă cu curgerea apei printr-un tub. Să luăm două vase legate între ele printr-un tub de cauciuc, pe care-l strîngem cu o clemă (fig. 100). În vasul *A* turnăm apă pînă la un nivel mai ridicat decît în vasul *B*. Desfăcînd clema, se înţelege de la sine că apa va curge prin tub de la

Scanned with CamScanner

vasul A, în care nivelul este mai ridicat, spre vasul B, unde nivelul apei este mai scăzut. Curgerea apei prin tub durează pînă ce lichidul din cele două vase ajunge la aceeași înălțime.

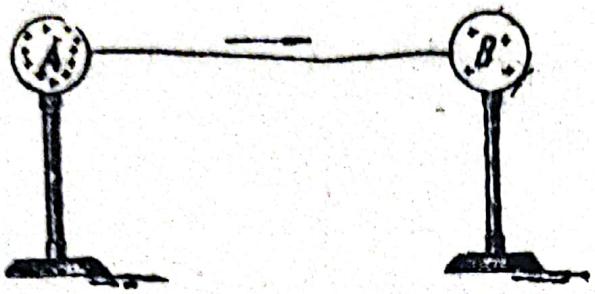


Fig. 101 — Cum ia naștere curentul electric.

Să considerăm doi conductori de formă sferică de aceeași mărime. Primul conductor A să fie încărcat cu mai multă electricitate decît al doilea conductor B (fig. 101). Putem spune că primul conductor are un nivel electric mai ridicat, iar al doilea, un nivel electric mai scăzut. Unind cei doi conductori printr-un fir metalic, electricitatea de pe conductorul cu nivelul electric mai ridicat va curge prin fir spre conductorul cu nivelul electric mai scăzut. Se obține astfel un curent electric, care durează pînă ce nivelele electrice ale celor doi conductori ajung să fie aceleași. Acest curent durează numai o fracțiune mică de secundă.

De cele mai multe ori în practică este nevoie să obținem curenți electrici care să dureze mult timp.

Ca să putem înțelege cum se obține un curent electric de lungă durată, facem comparație tot cu un curent de apă. Pentru ca prin tubul de cauciuc apa să curgă mereu și cu aceeași viteză, trebuie ca între cele două vase, legate prin tubul de cauciuc, diferența de nivel a apei să rămînă aceeași. În acest caz, apa va curge prin tub cu aceeași viteză și în mod continuu. Pentru aceasta este nevoie ca apa cursă în vasul de jos să fie mereu ridicată în vasul de sus. Se poate folosi în acest

Scanned with CamScanner

scop o pompă cu motor, care, pe măsură ce apa curge, o ridică din vasul de jos în cel de sus, încît să se menţină aceeaşi diferenţă de nivel (fig. 102). Atunci curentul de apă va dura cît vom voi. Energia consumată de pompă se transformă în energia curentului de apă. La curentul electric lucrurile se petrec la fel.

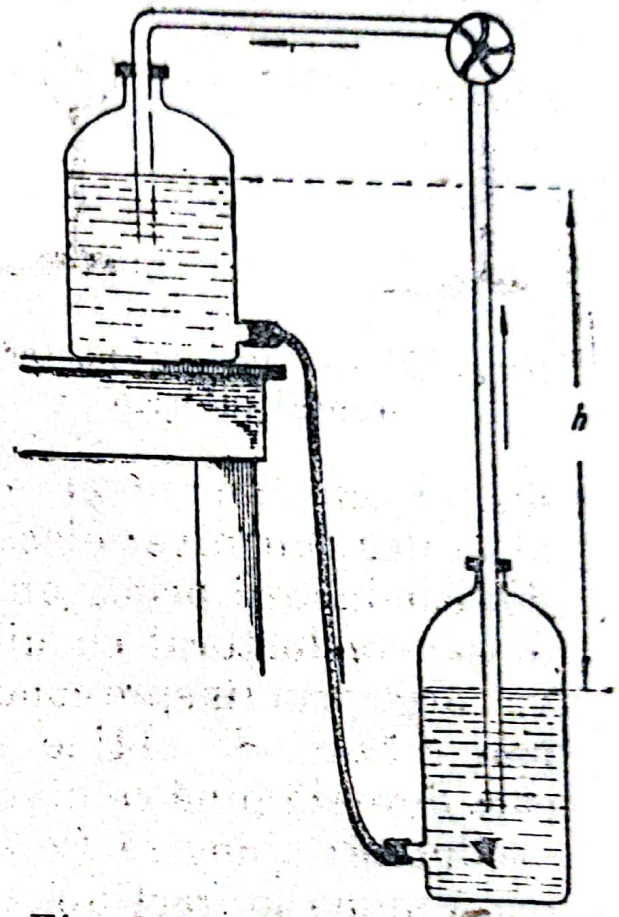


Fig. 102 —Cum se obţine un curent continuu de apă.

Pentru a obţine un curent electric constant şi de lungă durată, este nevoie ca la capetele firului prin care circulă curentul, să fie menţinută o diferenţă de nivel electric constantă. Trebuie deci ca sarcinile electrice (electronii), care trec prin fir de la conductorul cu nivel electric mai ridicat la conductorul cu nivel electric mai scăzut, să fie mereu readuse pe primul conductor. În acest mod se menţine aceeaşi diferenţă de nivel electric.

Această operaţie nu se poate face fără să consumăm energie. Cu alte cuvinte, ca să producem curent electric trebuie să consumăm o altă formă de energie.

Surse chimice de curent. Cel mai simplu mod de a obţine un curent electric este să legăm cei doi poli ai maşinii electrostatice printr-un fir

Scanned with CamScanner

conductor. Energia mecanică de învîrtire a discurilor mașinii se va transforma în energie a curentului electric. În cazul acesta, sarcinile electrice care trec prin fir, sînt foarte mici și curentul electric este foarte slab. Cu ajutorul mașinii electrostatice se obțin curenți electrici prea slabi și de aceea metoda nu este practică.

Mult mai practic se obține curent electric folosind energia chimică.

Aparatele care transformă energia chimică în energie electrică se numesc *elemente galvanice*. Numele lor vine de la medicul italian Galvani, care a trăit între anii 1737—1798.

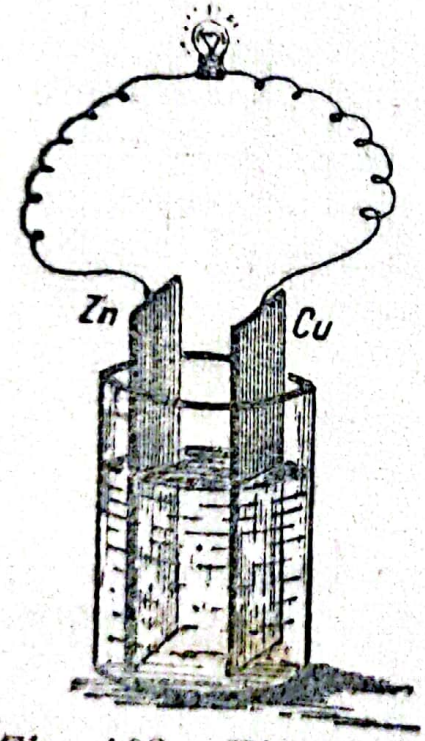


Fig. 103 — Elementul Volta.

Elementele galvanice au o construcție foarte simplă. În general, un element galvanic este format din două plăci de metale diferite, introduse într-o soluție de acid, de bază sau de sare. Soluția atacă unul din metale și energia chimică se transformă în energie electrică, producîndu-se curent electric.

Elementul Volta. Cel mai simplu element galvanic este elementul inventat de fizicianul italian Volta (1745—1827), în anul 1800.

Experiență. Luăm un vas de sticlă umplut pe trei sferturi cu o soluție diluată de acid sulfuric. În acest vas se introduc două plăci: una de *zinc* și alta de *cupru* (fig. 103). Cele două plăci

Scanned with CamScanner

trebuie astfel așezate, ca să nu se atingă între ele. De fiecare placă este lipită cîte o sîrmă. Dacă apropiem capetele celor două sîrme, vedem că între ele se produce o scînteie electrică foarte mică. La întuneric se pot vedea mai bine scînteile, dacă atingem capetele celor două sîrme între ele. Producerea scînteilor arată că prin sîrme trece un curent electric. Se mai poate dovedi existența curentului și astfel:

Legăm capetele sîrmei la un mic bec electric, cum este becul unei lanterne de buzunar. Becul începe să lumineze slab.

Dacă privim elementul, observăm că în jurul plăcii de zinc se formează niște bule gazoase, iar zincul începe să fie atacat de acidul sulfuric. Energia dezvoltată prin reacția chimică dintre acidul sulfuric și zinc se transformă în energie electrică. Placa de zinc se încarcă cu electricitate negativă, iar placa de cupru, cu electricitate pozitivă. Cînd unim cele două plăci printr-un fir conductor, electricitatea negativă de pe placa de zinc trece prin fir la placa de cupru, pentru a neutraliza electricitatea pozitivă, și astfel ia naștere curentul electric.

Cele două plăci ale elementului galvanic se numesc *electrozi*. Placa de cupru formează *electrodul pozitiv*, fiindcă se încarcă cu electricitate pozitivă, iar placa de zinc, *electrodul negativ*, deoarece se încarcă cu electricitate negativă. Uneori, electrozii se mai numesc și *poli*.

Elementul Volta nu este practic, deoarece dă un curent care slăbește foarte repede. Există elemente galvanice mai perfecționate, care pot da un curent electric constant. Aceste elemente pot dura un timp îndelungat.

Scanned with CamScanner

Elementul Leclanché. Acest element este făcut dintr-un vas de sticlă, în care se toarnă o soluție de țipirig (fig. 104). În interiorul vasului se află un cilindru de zinc, *Zn*, și un baston de cărbune de retortă *C* (un cărbune dur). În jurul bastonului de cărbune este înfășurat un sac de pînză în care se găsește un praf negru numit *bioxid de mangan* sau *piroluzită*. Soluția de țipirig atacă zincul, producînd o reacție chimică. Ca urmare, cilindrul de zinc se încarcă cu electricitate negativă, iar bastonul de cărbune, cu electricitate pozitivă. Atît bastonul de cărbune, cît și cilindrul de zinc au cîte un șurub de care se poate prinde o sîrmă. Aceste șuruburi se numesc *borne* (margini). Legînd cele două borne printr-un fir conductor, va trece un curent electric.

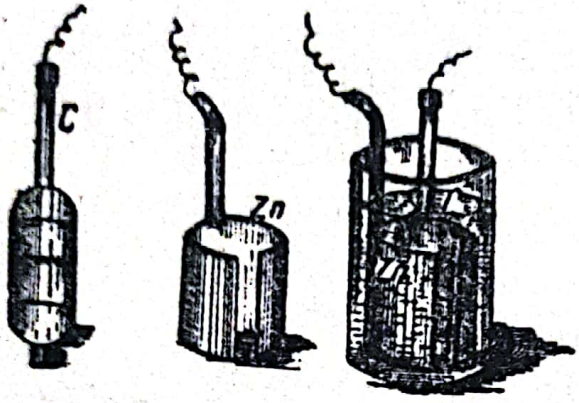


Fig. 104 — Elementul Leclanché.

În timpul funcționării elementului Leclanché se consumă zincul, țipirigul și bioxidul de mangan. Cînd una din aceste trei substanțe s-a consumat, elementul este epuizat și nu mai poate fi întrebuințat decît după înlocuirea substanței consumate. Un element Leclanché însă poate să dureze mult dacă e folosit cu chibzuială. O condiție e să nu fie pus să dea prea mult curent deodată. La o sonerie electrică un element Leclanché poate dura 6 luni sau chiar mai mult.

De multe ori construcția elementului Leclanché se modifică pentru a putea fi ușor transportat.

Scanned with CamScanner

Cilindrului de zinc i se pune fund ca să formeze chiar el vasul în care se toarnă soluția de țipirig amestecată cu diferite substanțe pentru a deveni vîscoasă. În interiorul cilindrului de zinc se introduce bastonul de cărbune cu sacul cu bioxid de mangan și apoi totul se astupă cu un dop de smoală. Elementele galvanice, construite astfel ca lichidul din ele să nu poată curge, se mai numesc și *elemente uscate* (fig. 105).

Fig. 105
Element uscat.

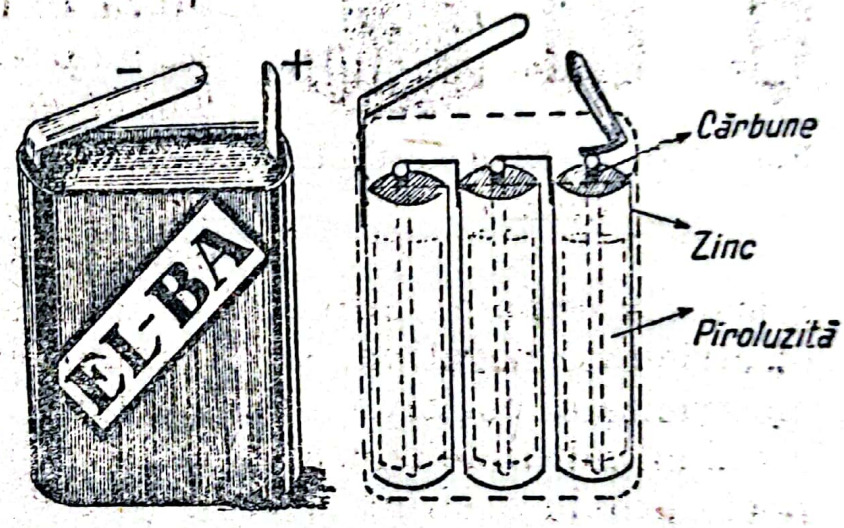


Fig. 106— Baterie de elemente fabricată de întreprinderea Electro-Banat.

Bateria de buzunar. Deoarece curentul electric dat de un singur element galvanic este prea slab, se folosesc mai multe elemente reunite formînd o *baterie de elemente*. Cea mai întrebuințată baterie de elemente este bateria de buzunar (fig. 106). Aceasta este alcătuită din 3 elemente uscate legate în felul următor: polul pozitiv (cărbunele) de la primul element se pune în legătură cu polul negativ (zincul) de la al doilea element. Apoi polul pozitiv de la al doilea element se leagă cu polul negativ

de la al treilea element. În acest fel rămîn libere: polul negativ de la primul element și polul pozitiv de la ultimul element. De acestea se prind două lame de alamă. Lama scurtă este pusă în legătură cu polul pozitiv rămas liber și formează polul pozitiv al bateriei. Lama lungă se leagă cu polul negativ rămas liber și formează polul negativ al bateriei. Această baterie este folosită la *lanternele* de buzunar (mici lămpi electrice).

Acumulatoare. Dezavantajul elementelor galvanice constă în faptul că în timpul funcționării se consumă substanțele din care sînt alcătuite (zincul, soluția de țipirig și bioxidul de mangan). Mult mai practice sînt acumulatoarele fiindcă acestea pot fi încărcate cu electricitate, la nevoie.

Numele de acumulator se datorește faptului că el acumulează (îngrămădește) energie electrică sub formă de energie chimică. Pentru a putea folosi un acumulator el trebuie mai întîi încărcat.

Acumulatorul este alcătuit din două plăci de plumb introduse într-o soluție de acid sulfuric. Ca să încărcăm acumulatorul, trecem prin el un curent electric provenit de la o sursă puternică de curent. De obicei la încărcarea acumulatoarelor se folosește curentul de la uzină după anumite prefaceri. În acest scop se unesc plăcile acumulatorului cu bornele de același semn ale sursei de curent. Lăsînd curentul să treacă mai mult timp, acumulatorul se încarcă și apoi poate el însuși să dea curent, cînd se descarcă.

Privind cu atenție un acumulator, observăm că în interiorul lui se află două feluri de plăci (fig. 107). Unele au culoarea plumburie și sînt numite plăci negative; altele au o culoare ruginie-

Scanned with CamScanner

negricioasă și sînt numite plăci pozitive. Cînd încărcăm un acumulator, trebuie să legăm totdeauna placa pozitivă la polul pozitiv al sursei de curent, iar placa negativă la polul negativ al aceleiași surse. Dacă din nebăgare de seamă facem legăturile invers, acumulatorul se strică și nu mai poate fi reparat. Deci încărcarea acumulatorului trebuie făcută cu multă atenție.

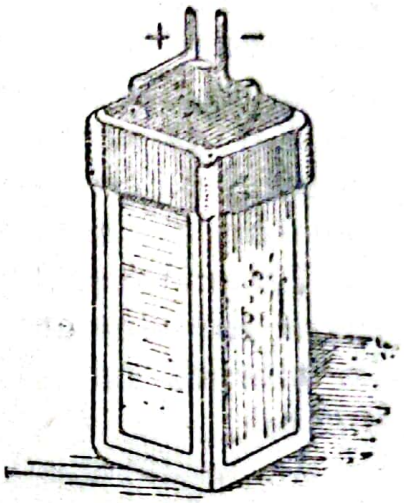


Fig. 107 — Acumulatorul acid.

Acumulatoarele cu plumb se mai numesc și *acumulatoare acide*, deoarece folosesc o soluție de acid sulfuric. Sînt foarte bune, dar cer o îngrijire atentă. Nu trebuie lăsate neîncărcate mai mult de 5—6 săptămîni fiindcă se strică, chiar dacă nu au fost folosite. Un acumulator cu plumb funcționează cu atît mai bine, cu cît este încărcat și descărcat mai des.

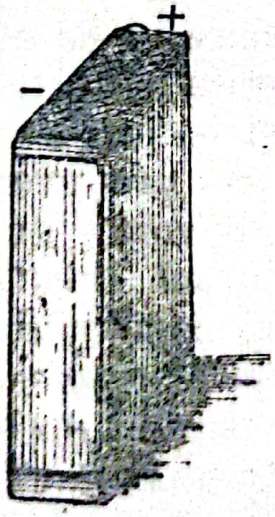


Fig. 108 Acumulator alcalin.

Dacă se leagă împreună rațional bornele mai multor acumulatoare, se obține o baterie de acumulatoare.

În afară de acumulatoarele cu plumb mai există și acumulatoare feronichel, numite *acumulatoare alcaline*. La aceste acumulatoare se folosește o soluție alcalină de potasă caustică (hidroxid de potasiu). Au avantajul că sînt mai ușoare și mai rezistente la zguduiri decît cele cu plumb (fig. 108).

Scanned with CamScanner

Deoarece substanțele din acumulatoare nu se consumă, acumulatoarele sînt foarte mult întrebuințate în tehnică. De exemplu, acumulatoarele se folosesc la automobile și autocamioane pentru luminat. În timpul cît automobilul merge, acumulatorul se încarcă și poate da lumină electrică și atunci cînd automobilul stă. De asemenea, curentul dat de acumulator poate porni motorul automobilului. Se ușurează astfel munca șoferilor conducători de automobile și autocamioane.

Trenurile sînt prevăzute cu baterii de acumulatoare, care dau curent pentru luminarea vagoanelor. În timpul mersului, bateria de acumulatoare se încarcă.

Acumulatoarele mai sînt folosite la submarine, pentru mișcarea motoarelor. Mergînd sub apă, submarinele nu pot folosi motoare cu explozie care degajă gaze asfixiante și care consumă aer, ci numai motoare electrice. De aceea, submarinele sînt înzestrate cu baterii de acumulatoare pe care le încarcă atunci cînd plutesc la suprafața apei.

Multe uzine electrice mai mici au și baterii de acumulatoare. În timpul zilei, uzina produce curent electric mai mult decît este nevoie. În schimb noaptea se cere mai mult curent decît poate produce uzina. Pentru a echilibra consumul cu producția, uzina folosește bateria de acumulatoare. Ziua, cînd producția e mare și consumul mai mic, surplusul de curent este folosit ca să încarce bateria de acumulatoare. Noaptea, cînd consumul de curent e mare, bateria de acumulatoare dă și ea curent alături de curentul dat de uzină.

Acumulatoarele mai sînt folosite și la mișcarea unor vehicule. În unele gări există cărucioare care

Scanned with CamScanner

transportă bagajele la vagoane. Aceste cărucioare folosesc curentul dat de o baterie de acumulatoare.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce se înțelege prin curent electric?
2. Cum se obține un curent electric?
3. Cum se poate obține un curent electric de lungă durată?
4. Ce se înțelege prin diferență de nivel electric?
5. Cum se poate obține un curent cu ajutorul mașinii electrostatice?
6. Ce transformări de energie au loc la mașina electrostatică?
7. De ce nu sînt folosiți curenții electrici dați de mașinile electrostatice?
8. Ce este o sursă chimică de curent?
9. Ce sînt elementele galvanice?
10. Din ce este alcătuit elementul Volta?
11. Ce transformări de energie au loc în elementul Volta?
12. De ce nu e practic elementul Volta?
13. Care sînt electrozii (sau polii) elementului Volta?
14. Cum este făcut elementul Leclanché?
15. Ce se înțelege prin bornele unui element?
16. Ce sînt elementele uscate și cum sînt făcute?
17. Ce este bateria de buzunar?
18. Cum sînt legate elementele la bateria de buzunar?
19. Ce se consumă la un element galvanic?
20. Ce este un acumulator?
21. De cîte feluri sînt acumulatoarele?
22. Cum este făcut un acumulator cu plumb?
23. Cum se încarcă acumulatorul?
24. Ce avantaje au acumulatoarele alcaline?
25. La ce folosesc acumulatoarele la automobile?
26. De ce submarinele au nevoie de acumulatoare?
27. Cînd folosesc uzinele baterii de acumulatoare?

Acțiunea termică, magnetică și chimică a curentului. La trecerea curentului electric printr-un

Scanned with CamScanner

fir conductor se produc diferite fenomene, pe care le numim efectele curentului electric.

Experiență. Luăm o sîrmă subțire de fier AB, de care legăm bornele unui acumulator (fig. 109). Imediat sîrma se încălzește pînă la roșu. Dacă sîrma este foarte subțire, se poate întîmpla să se topească. Această expe-

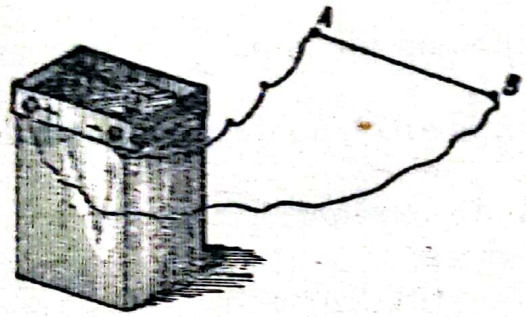


Fig. 109 — Curentul încălzește o sîrmă subțire de fier.

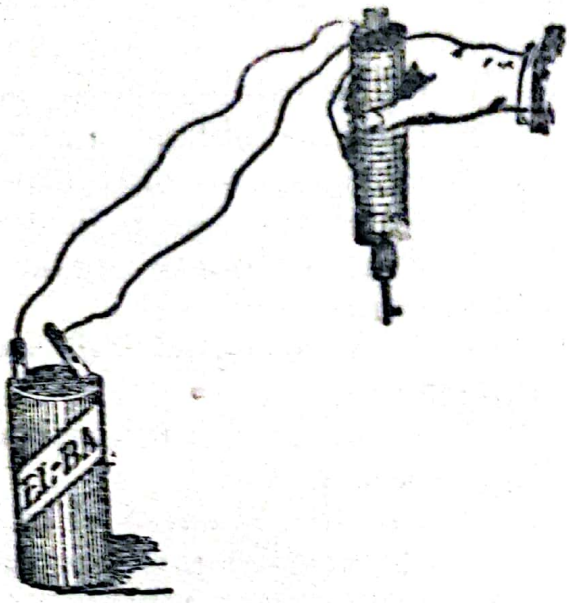


Fig. 110 — Bara de fier devine magnet.

riență arată că un curent electric, cînd trece printr-un fir conductor, produce căldură. Cu cît firul este mai subțire, cu atît se va încălzi mai puternic.

Încălzirea unui fir conductor, prin trecerea curentului electric, este *efectul termic al curentului.*

Observație. În această experiență sîrma de fier trebuie să fie foarte subțire, cît un fir de păr, căci altfel se pot produce accidente grave prin explozia acumulatorului.

Experiență. Luăm o sîrmă de cupru izolată și o înfășurăm de mai multe ori pe un mosor. Am obținut astfel o *bobină* (fig. 110). Capetele sîrmei le legăm la un element galvanic, astfel ca

Scanned with CamScanner

prin sîrma bobinei să treacă un curent. Introducem în interiorul bobinei o bară de fier curat (fier moale) și apropiem de această bară de fier: o cheie, un cui, o peniță, un ac cu gămălie etc. (corpuri ușoare, făcute din fier). Constatăm că toate aceste corpuri sînt atrase de bara de fier. Corpul care atrage bucățile de fier se numește *magnet*. Înseamnă că prin trecerea curentului electric în jurul barei de fier, aceasta a devenit magnet.

Pentru a dovedi că într-adevăr curentul electric este cauza care face ca bara de fier din interiorul bobinei să devină magnet, repetăm experiența. Desfacem sîrma de legătură dintre bobină și sursa de curent. Bara de fier din bobină nu mai atrage cheia, cuiul, penița etc., deci nu mai are proprietăți magnetice. Facem din nou să treacă curentul prin bobină, legînd din nou sîrma desfăcută la sursa de curent. Bara de fier din bobină devine din nou magnet. Curentul electric deci poate magnetiza o bucată de fier. Magnetizarea fierului de către curentul electric este *efectul magnetic al curentului*.

Acțiunea magnetică a curentului se poate arăta și în felul următor.

Experiență. Luăm o bobină făcută din sîrmă izolată și deasupra ei atîrnăm de un resort slab o bucată de fier cilindrică, astfel ca aceasta să poată intra în interiorul bobinei. Trecem prin sîrma bobinei un curent. Se constată că bucata de fier este atrasă și resortul se întinde (fig. 111). Dacă întrerupem curentul electric, fierul nu mai este atras și resortul revine la lungimea lui inițială.

Din această experiență rezultă clar că atunci cînd un curent electric trece prin sîrma unei

Scanned with CamScanner

bobine, aceasta devine magnet. Curentul electric putînd produce magneți, zicem că are acțiune magnetică.

Experiență. Luăm o soluție de piatră vînătă (sulfat de cupru) pe care o turnăm într-un vas de sticlă (fig. 112). Mai luăm două bastoane

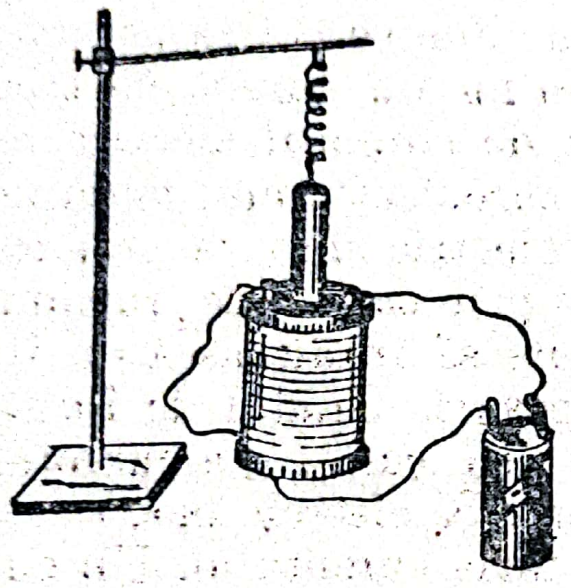


Fig. 111 — Bucata de fier este atrasă.

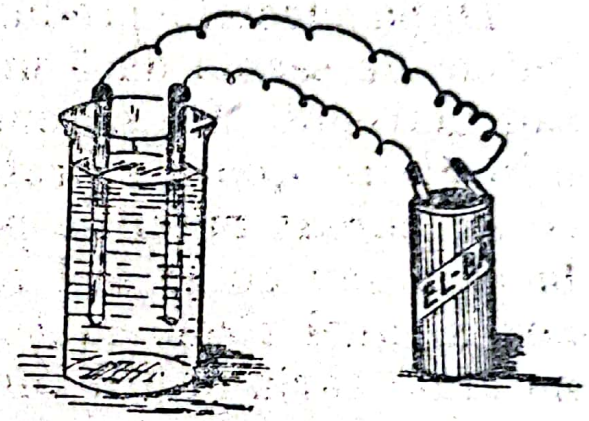


Fig. 112 — Descompunerea soluției de sulfat de cupru.

de cărbune ca acelea din care se fac electrozii pentru elementul Leclanché. Cu ajutorul unor sîrme de cupru legăm unul dintre cărbuni la polul pozitiv al unui element galvanic, iar celălalt cărbune la polul negativ. Introducem apoi cei doi cărbuni în vasul cu soluție de sulfat de cupru. După cîtva timp se constată că pe cărbunele legat cu polul negativ se depune un strat subțire de cupru de culoare roșie. Curentul electric trecînd prin soluție descompune sulfatul de cuprtu. În acest fel arătăm că curentul electric produce o descompunere chimică.

Curentul electric poate deci produce și *efecte chimice.*

Scanned with CamScanner

Curentul electric nu se vede. Trecerea curentului electric printr-un fir conductor se poate constata numai prin efectele produse de acesta. Dacă o sîrmă este legată la o sursă de curent și sîrma se încălzește, putem afirma cu siguranță că prin aceasta trece un curent electric. De asemenea, efectele magnetice sau chimice pot să ne arate dacă printr-un fir trece sau nu un curent electric.

După efectele produse de curentul electric ne putem da seama dacă un curent este mai puternic sau mai slab. Un curent electric slab va produce o încălzire ușoară a firului prin care trece, în timp ce un curent puternic poate să încălzească un fir la roșu sau chiar să-l topească. Gradul de încălzire al unei sîrme subțiri prin care trece curentul ne arată tăria acelui curent. Și efectele magnetice sau chimice ne pot arăta tăria curentului. Un curent mai puternic va descompune o soluție de sulfat de cupru într-un timp mai scurt decît un curent slab. Deci, cunoașterea efectelor produse de curentul electric este importantă, deoarece ne servește ca să putem stabili tăria curentului.

Un curent electric, cînd trece prin corpul omenesc, produce o senzație neplăcută, un fel de zguduire. Acesta este *efectul fiziologic* al curentului. Curenții puternici, cînd străbat prin corpul omului, sînt foarte periculoși, deoarece paralizează inima și pot produce moartea. De aceea nu este permis niciodată să încercăm tăria curenților cu ajutorul mîinii. Curenții prea slabi nu se simt de loc, în timp ce curenții puternici sînt periculoși și pot produce accidente grave sau chiar moartea. **Tăria curenților se va constata numai cu anumite aparate, bazate pe efectele produse de curent.**

Scanned with CamScanner

Aparatele care arată că printr-un fir trece un curent electric se numesc *galvanometre*. În fig. 113 este arătat un galvanometru. El este înzestrat cu un cadran gradat în fața căruia se mișcă un ac. Dacă prin galvanometru nu trece nici un curent, acul rămîne în dreptul gradațiunii notată cu zero (0). Cînd prin galvanometru trece un curent, acul se deplasează într-o parte sau în alta. Gradațiunea în dreptul căreia se oprește acul ne arată tăria curentului.

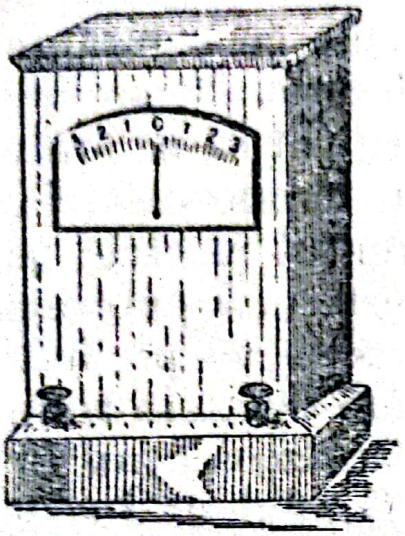


Fig. 113 — Galvanometru.

Pentru ca prin galvanometru să treacă un curent, trebuie să-l legăm la o sursă de curent. În acest scop aparatul are două șuruburi numite *borne*. Sîrmele se prind la borne și apoi se leagă cu celelalte capete la polii elementului galvanic.

Pentru a ne feri de acțiunea periculoasă a curentului și pentru a nu se produce scurt-circuite, sîrmele prin care trece curentul electric sînt învelite la exterior cu un material izolator, ca bumbac, mătase, cauciuc sau lac. Asemenea sîrme se numesc *sîrme izolate* și se folosesc totdeauna la instalațiile electrice.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt acțiunile curentului electric?
2. Ce se înțelege prin efectul termic al curentului?
3. Cum putem obține încălzirea unui fir cu ajutorul curentului?

Scanned with CamScanner

4. De ce depinde încălzirea unui fir metalic prin care trece un curent?
5. Ce se înțelege prin efectul magnetic al curentului?
6. Cum putem magnetiza o bucată de fier cu ajutorul curentului electric?
7. Ce proprietate capătă o bobină prin care trece un curent?
8. Ce se întîmplă cînd printr-o soluție de sulfat de cupru trece un curent?
9. Care este efectul chimic al curentului?
10. Ce se apreciază cu ajutorul efectelor curentului?
11. Ce se întîmplă cînd un curent trece prin corpul omului?
12. De ce nu este permis a încerca un curent puternic cu mîna?
13. Ce este galvanometrul?
14. Cum arată galvanometrul tăria unui curent?
15. Ce sînt bornele galvanometrului și la ce servesc?
16. Ce sînt sîrmele izolate și la ce folosesc?

CIRCUITE ELECTRICE

Experiență. De polii unui element galvanic legăm două sîrme izolate (fig. 114, *a*). Cape-

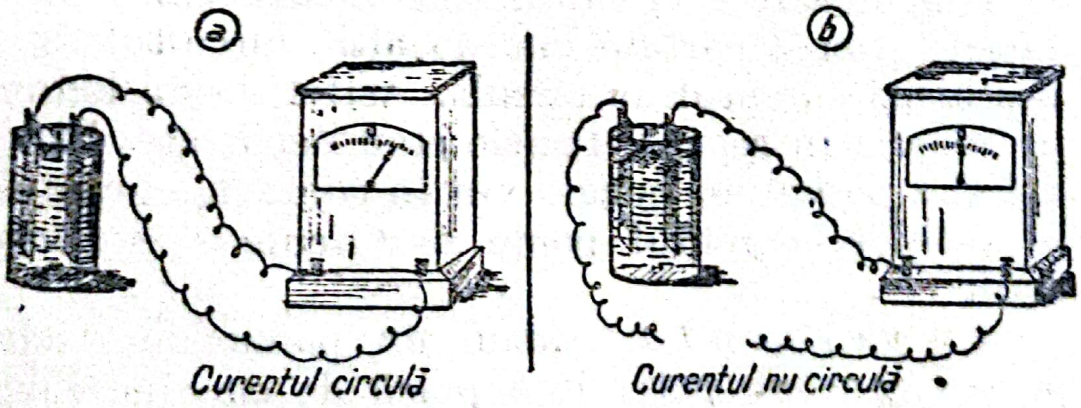


Fig. 114 — Circuit electric.

tele sîrmelor le punem în legătură cu bornele unui galvanometru. Constatăm că acul galvanometrului

Scanned with CamScanner

deviază, deoarece prin sîrmă trece un curent electric. Dacă tăiem una din sîrmele de legătură, acul galvanometrului revine la zero, curentul încetează (fig. 114, *b*). Această experiență ne arată că un curent electric circulă numai pe un drum închis. Dacă circuitul este întrerupt într-un loc, curentul nu mai circulă.

Drumul închis urmat de curentul electric se numește circuit.

Cînd curentul are la dispoziție un drum închis și poate să circule, spunem că *circuitul este închis.* Dacă drumul curentului este întrerupt într-un loc oarecare, *circuitul este deschis* și curentul nu mai circulă. Pentru ca să circule din nou curentul, trebuie să închidem circuitul. Deschiderea și închiderea circuitelor electrice se face cu ajutorul *întrerupătoarelor*, cum sînt de exemplu butoanele de sonerie. Acestea sînt făcute, de obicei, din două lame care pot să stea depărtate una de alta sau pot să fie aduse în contact. Cînd cele două lame sînt aduse în contact una cu alta, curentul poate circula, deoarece circuitul este închis. Cînd însă lamele stau depărtate una de alta, circuitul este deschis și curentul nu circulă. Astfel, la un buton de sonerie în repaus, lamele stau depărtate. Cînd apăsăm pe buton, lamele vin în contact, circuitul se închide, curentul poate să circule și soneria sună.

Experiență. Luăm un pahar de sticlă pentru care am potrivit o placă de cauciuc ceva mai lată (fig. 115), astfel ca să intre exact în pahar și să-l despartă în două compartimente. Pentru aceasta este bine ca placa de cauciuc să fie tăiată cam cu 1—2 mm mai lată decît diametrul interior

Scanned with CamScanner

al paharului. Înainte de a introduce placa de cauciuc turnăm în pahar o soluție de acid sulfuric. Introducem apoi două plăci: una de zinc și alta de cupru. Am obținut astfel elementul Volta, pe care-l cunoaștem. Legăm polii elementului cu aju-

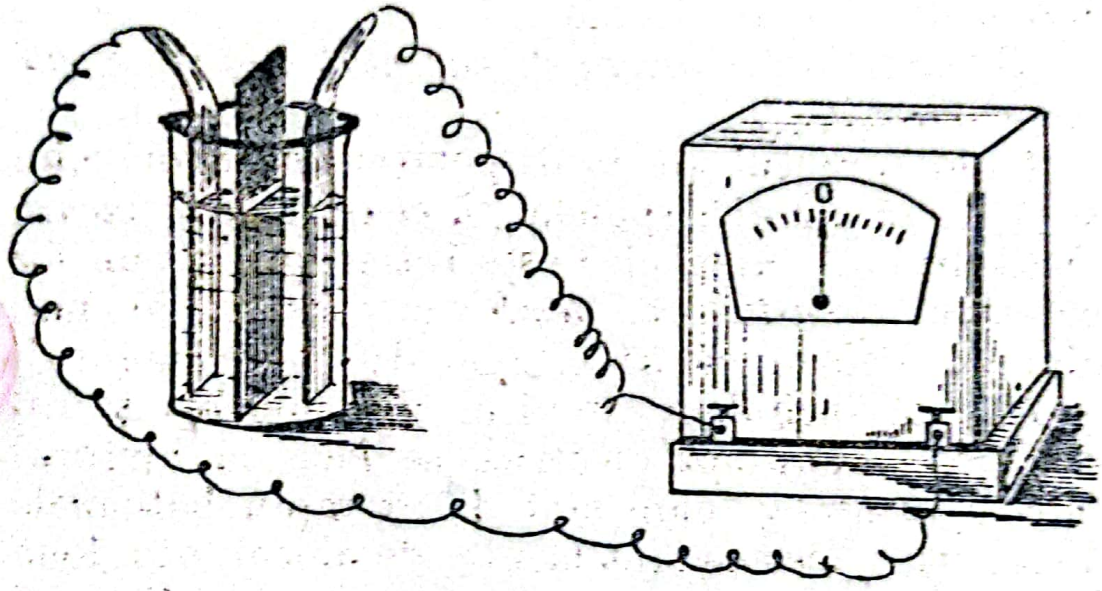


Fig. 115 — Partea interioară a circuitului.

torul unor sîrme, la bornele unui galvanometru. Acul va devia, arătînd că trece un curent electric. Introducem placa de cauciuc în pahar astfel încît să separăm cele două plăci, de zinc și de cupru. Constatăm acum că acul galvanometrului revine la zero, ceea ce arată că în acest caz curentul nu mai circulă, deci circuitul este întrerupt.

Experiența aceasta se realizează mult mai ușor, dacă folosim două pahare sau două vase cu o soluție de acid sulfuric. Legăm prin sîrme cele două plăci de zinc și de cupru la bornele galvanometrului. Dacă introducem ambele plăci în același vas, acul galvanometrului va arăta trecerea

Scanned with CamScanner

curentului electric. Din contra, dacă introducem placa de zinc într-un vas și cea de cupru în celălalt vas, curentul electric nu mai circulă, deoarece circuitul este deschis.

Din cele arătate mai sus învățăm că un curent electric circulă numai într-un circuit închis și că circuitul se continuă și prin interiorul sursei de curent.

În orice parte ar fi întrerupt circuitul, curentul electric nu mai circulă.

Părțile componente ale unui circuit și reprezentarea lui convențională. Noi folosim curentul electric la iluminat, la încălzit, la punerea în mișcare a unui motor etc. Aceste aparate, ca să fie puse în funcțiune, trebuie introduse în circuit.

Becul electric transformă energia curentului electric în energie luminoasă; soba electrică transformă energia curentului în energie calorică; motorul electric transformă energia curentului în energie mecanică ș.a.m.d. Toate aceste aparate care transformă energia electrică în alte forme de energie se numesc *consumatori*, sau *receptori*. Becul, soba electrică, motorul electric etc. sînt receptori. Orice circuit electric va trebui să cuprindă o sursă de curent și unul sau mai mulți receptori. De obicei, în circuit se introduce și un întrerupător, pentru a opri trecerea curentului cînd nu mai este nevoie. Sursa de curent și receptorii sînt legați între ei prin sîrme de legătură sau *conductori*. De fapt într-un circuit avem o dublă transformare a energiei. În elementul galvanic energia chimică se transformă în energie electrică, în timp ce receptorii transformă energia electrică în energie luminoasă, calorică sau mecanică.

Scanned with CamScanner

Aparatele care intră într-un circuit electric pot fi numeroase. Unele dintre aceste aparate, cum sînt cele de radio, cele medicale și chiar motoarele electrice, sînt complicate și desenul lor nu poate fi făcut cu ușurință. De aceea, electricienii cînd desenează circuitele electrice, se servesc de anumite semne convenționale. În figura 116 se arată

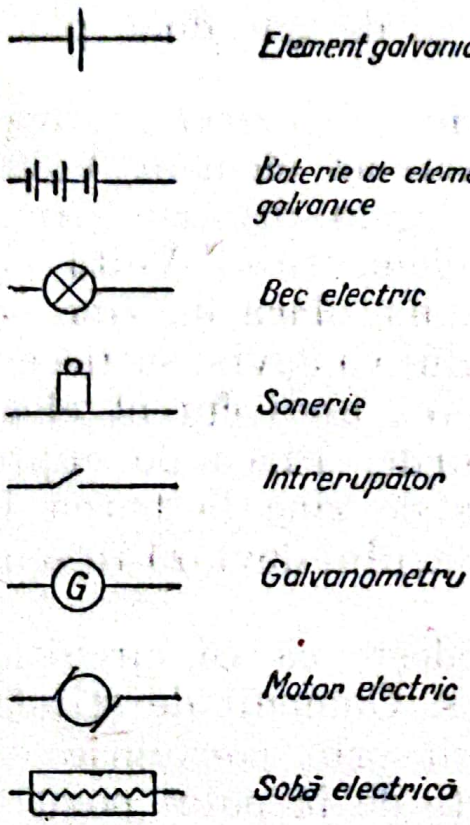


Fig. 116 — Scheme convenționale.

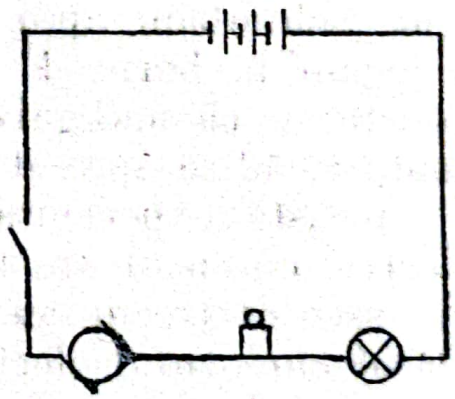


Fig. 117 — Schema unui circuit.

cum se reprezintă în desen: un element galvanic, un bec, un motor etc. Figura 117 arată schema unui circuit, în care avem ca sursă de curent o baterie de elemente, iar receptori sînt: un motor, o sonerie și un bec electric.

Orice circuit electric cuprinde două părți, și anume: o parte exterioară, formată din receptori și sîrmele de legătură, și o parte interioară, aflată înăuntrul sursei de curent. Pentru ca un curent

Scanned with CamScanner

electric să circule, trebuie ca circuitul să fie închis, atît în partea lui exterioară, cît și în partea interioară. Cînd sursa de curent este un element Volta, partea interioară a circuitului este formată din soluția de acid sulfuric și de cele două plăci de zinc și de cupru.

Sensul curentului electric. *Experiență.* Alcătuim un circuit electric dintr-un element Volta și un galvanometru. Întîi legăm printr-o sîrmă izolată placa de cupru a elementului Volta cu borna I a galvanometrului, iar placa de zinc cu borna II. Acul galvanometrului va devia, să zicem, spre dreapta, indicînd trecerea unui curent electric. Schimbăm apoi legăturile. Placa de cupru o legăm la borna II și cea de zinc la borna I. Constatăm că acul galvanometrului deviază în sens contrar, adică spre stînga.

Această experiență dovedește că în circuitul electric curentul are un sens. Oamenii de știință din secolul trecut au stabilit prin convenție că sensul curentului electric este de la polul pozitiv către polul negativ în circuitul exterior, și invers în interiorul izvorului. Astăzi se știe însă că curentul electric este o deplasare de sarcini electrice negative (electroni), care circulă de la polul negativ la cel pozitiv în circuitul exterior prin conductorii metalici. Sensul real (sensul fizic) al curentului electric este tocmai invers decît se credea înainte vreme. Totuși, pentru că pe baza sensului considerat odinioară s-au stabilit mai multe legi în fizică, oamenii de știință au fost de acord să considere ca sens al curentului tot sensul vechi, pentru a nu mai modifica legile o dată stabilite. Acest sens, *nereal*, se mai numește și *sensul tehnic*.

Scanned with CamScanner

De acum înainte vom considera și noi ca sens al curentului electric *sensul tehnic.* În circuitul electric curentul circulă deci prin sîrmă convențional de la capătul ei legat la polul pozitiv al sursei spre capătul legat la polul negativ. În primul caz al experienței de mai sus, curentul intra în galvanometru prin borna I și ieșea prin borna II. Acul galvanometrului devia spre dreapta. În cazul cînd curentul intra prin borna II și ieșea prin borna I, acul galvanometrului era deviat spre stînga. Înseamnă că prin acest aparat curentul poate să circule în ambele sensuri.

Legarea conductorilor și a receptorilor în serie și în paralel. De multe ori este nevoie ca să alimentăm mai mulți receptori de la aceeași sursă de curent. De exemplu, vrem să legăm în același circuit mai multe becuri sau mai multe motoare electrice. Această operație se poate face, după caz, în două feluri.

Putem să legăm becurile în circuit unul după altul, așa cum se vede în figura 118 a. Curentul electric trece mai întîi prin primul bec, apoi prin al doilea, prin al treilea ș.a.m.d. Modul acesta de legare al becurilor se numește *legare în serie.* Cele trei becuri sînt legate în serie, adică unul după altul.

Legarea în serie a becurilor sau a altor receptori are și unele dezavantaje. Astfel nu putem stinge un singur bec. Dacă întrerupem sau închidem circuitul , se sting sau se aprind toate becurile o dată. De asemenea, curentul electric, fiind nevoit să treacă prin mai multe aparate, slăbește și nu poate face să lumineze bine cele trei becuri, decît dacă este suficient de puternic. Pentru aceasta de multe

ori se folosește *legarea aparatelor în paralel sau în derivație.*

Pentru a lega trei becuri în paralel procedăm ca în figura 118 b. De la un punct al circuitului se desfac trei sîrme care merg la cele trei becuri.

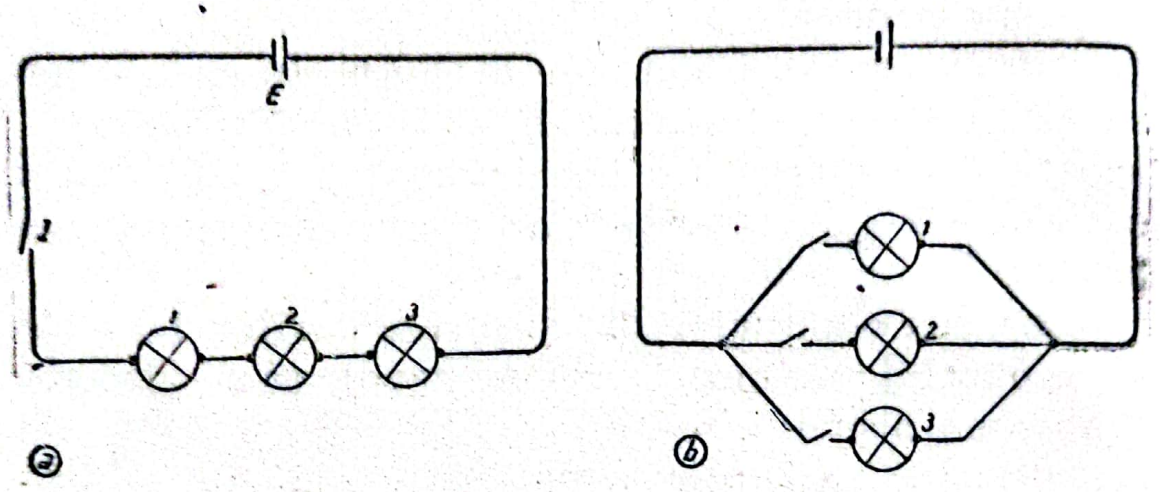


Fig. 118 — Legarea aparatelor.

Alte trei sîrme pleacă de la becuri și se reunesc într-un alt punct, care se continuă cu o altă sîrmă pînă la sursa de curent. În felul acesta curentul electric se desface pe trei căi, pe fiecare fiind instalat cîte un bec. Dacă în fiecare derivație se instalează și cîte un întrerupător, putem stinge oricare din becuri fără a opri funcționarea celorlalte. Cele trei becuri sînt legate în paralel sau în derivație.

În practică se folosește, atît legarea în serie, cît și legarea în paralel, după caz.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este un circuit electric?
2. Ce înseamnă circuit închis și circuit deschis?
3. Cum trebuie să fie un circuit ca să circule curentul?
4. Cîte părți are un circuit electric?

Scanned with CamScanner

5. Care este partea exterioară a circuitului? Dar partea interioară?

6. Ce se întîmplă cînd întrerupem partea exterioară a circuitului? Dar cînd întrerupem partea lui interioară?

7. Cum putem întrerupe partea interioară a circuitului?

8. Ce sînt receptorii electrici?

9. Dați exemplu de receptori electrici.

10. Ce transformări de energie au loc într-un circuit?

11. Ce aparate se leagă în partea exterioară a circuitului?

12. Cum se reprezintă un circuit?

13. Ce sînt semnele convenționale în electricitate și la ce servesc?

14. Ce se înțelege prin sensul curentului?

15. Care este sensul tehnic al curentului?

16. În cîte feluri se pot lega receptorii în circuit?

17. Cum se leagă mai mulți receptori în serie?

18. Cum se leagă mai mulți receptori în paralel?

19. Ce dezavantaje are legarea în serie?

20. Ce avantaje are legarea în paralel?

PROBLEME

1. Desenați un circuit care să cuprindă o sursă de curent, un întrerupător, un motor electric, o sonerie și o sobă electrică legate în serie.

2. Desenați un circuit în care aparatele din problema precedentă sînt legate în paralel. Cîte întrerupătoare sînt necesare în acest caz?

3. Un bec electric trebuie să poată fi aprins din trei locuri. Cum trebuie legate în circuit cele trei întrerupătoare?

INTENSITATEA CURENTULUI

Unitatea de cantitate de electricitate: coulombul. Cantitatea de electricitate cu care se încarcă un corp, cînd îl electrizăm, sau care trece printr-un conductor poate să fie mai mare sau mai mică, așa că trebuie să fie măsurată. Cel mai

Scanned with CamScanner

simplu și mai precis mijloc de a măsura cantitatea de electricitate transportată de un curent electric se face cu ajutorul efectului chimic al curentului.

Experiență. Să luăm două plăci de cărbune puse în legătură cu o sursă de curent și să le introducem într-un vas cu o soluție de sulfat de cupru. După cum știm, după cîtva timp, placa pusă în legătură cu polul negativ se va acoperi cu un strat de cupru. Dacă cele două plăci ar fi introduse într-o soluție de sare de argint, pe placa pusă în legătură cu polul negativ s-ar depune un strat de argint. Cu cît lăsăm curentul să treacă mai mult timp, cu atît stratul de metal depus devine mai gros. Înseamnă că se va depune cu atît mai mult metal, cu cît prin soluție trece mai multă electricitate. Putem deci măsura cantitatea de electricitate care trece prin soluție, după cantitatea de metal care s-a depus la electrodul negativ.

Unitatea practică de măsură pentru cantitatea de electricitate se numește *coulomb*. Numele îi vine de la fizicianul francez Coulomb, care a stabilit cea mai importantă lege a electrostaticei.

Coulombul este cantitatea de electricitate, care, trecînd printr-o soluție de sare de argint, depune 1,118 *mg de argint.* Pentru a calcula cîți coulombi de electricitate au trecut printr-o soluție, cîntărim cît argint s-a depus și apoi împărțim această cantitate la 1,118 mg. Masa argintului depus la electrodul negativ se află cîntărind electrodul negativ înainte de a trece curentul și după trecerea lui. Diferența de greutate ne dă masa de argint depusă. De exemplu, să considerăm că un curent

Scanned with CamScanner

electric a depus 335,4 mg de argint. Înseamnă că prin acel circuit au trecut $\frac{335,4}{1,118} = 300$ coulombi.

Intensitatea curentului. Cînd un curent electric trece printr-o sîrmă, efectele curentului depind de cîtă electricitate trece în timp de o secundă. Cu cît un curent transportă în timpul unei secunde *mai multă electricitate, cu atît are o intensitate mai mare.*

Să luăm un conductor, o sîrmă, prin care trece un curent electric. Pentru a afla care este intensitatea acelui curent, trebuie să ne închipuim o tăietură normală (o secțiune normală) a conductorului și să vedem cîtă cantitate de electricitate trece prin acea secțiune în timpul unei secunde. Cu cît vor trece mai mulți coulombi într-o secundă, cu atît acel curent va avea o intensitate mai mare.

Intensitatea unui curent reprezintă cantitatea de electricitate care trece printr-o secțiune transversală a unui conductor în timp de o secundă.

Unitatea de intensitate: amperul. Pentru măsurarea intensității curentului electric se folosește o unitate practică numită *amper*. Numele vine de la fizicianul francez Ampère, care a trăit între anii 1775—1836, fiind printre primii care au studiat și descoperit legile curentului electric.

Amperul este intensitatea unui curent care transportă prin secțiunea unui conductor un coulomb în timp de o secundă. Deci, amperul reprezintă un coulomb pe secundă și se notează cu A.

Să presupunem că avem un curent, care în timp de 6 s transportă 12 coulombi. Înseamnă că într-o secundă va transporta $\frac{12}{6} = 2$ coulombi. Intensitatea acestui curent este deci de 2 A.

Scanned with CamScanner

Dacă știm intensitatea unui curent, putem calcula ușor cîtă cantitate de electricitate transportă într-un anumit timp. Un curent cu intensitatea de 5 A transportă în fiecare secundă cîte 5 coulombi. Cantitatea de electricitate care va trece printr-o secțiune a conductorului în timp de 10 s va fi $5 \times 10 = 50$ coulombi. Se poate deci calcula cantitatea de electricitate transportată de un curent electric înmulțind intensitatea curentului cu timpul cît durează acel curent.

$$Q = I \times t.$$

Q — cantitatea de electricitate, I — intensitatea, t — timpul. Cînd cunoaștem cantitatea de electricitate transportată de un curent și timpul în care este transportată, putem afla intensitatea curentului împărțind cantitatea de electricitate la timp, adică:

$$I = \frac{Q}{t}.$$

De exemplu: cînd Q (cantitatea de electricitate) este de 20 coulombi și timpul de 5 s, atunci

$$I = \frac{20}{5} = 4\,A.$$

Pentru măsurarea curenților slabi se folosește ca unitate de măsură un submultiplu al amperului numit *miliamper*. Miliamperul este de 1000 de ori mai mic decît un amper și se înseamnă cu mA.

Ampermetrul. Aparatele cu care se măsoară intensitatea curentului se numesc *ampermetre* (măsurători de amperi). În general un ampermetru este alcătuit dintr-o cutie de ebonită sau de metal, avînd

Scanned with CamScanner

în față un geam de sticlă (fig. 119). În interiorul aparatului se află un ac al cărui capăt se mișcă în fața unui cadran gradat în amperi. Cînd prin ampermetru trece un curent, acul se mișcă și apoi se oprește în dreptul unei diviziuni a cadranului, care ne arată intensitatea curentului.

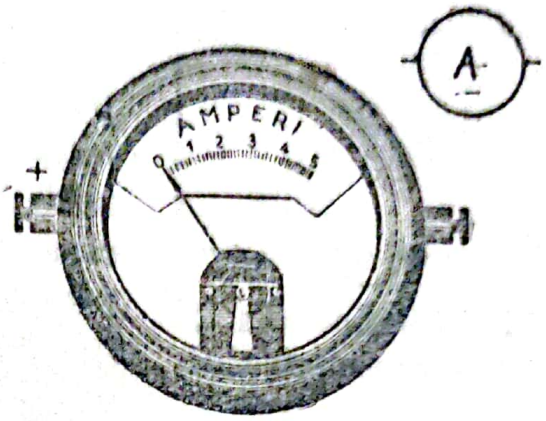


Fig. 119 — Ampermetrul.

Ampermetrul are două șuruburi numite borne, la care se leagă sîrmele prin care vine curentul electric. Una din borne are semnul + (plus), iar cealaltă semnul — (minus). La borna cu semnul plus se leagă sîrma care vine de la polul pozitiv al sursei de curent, iar la borna cu semnul minus, se leagă sîrma care vine de la polul negativ (fig. 120).

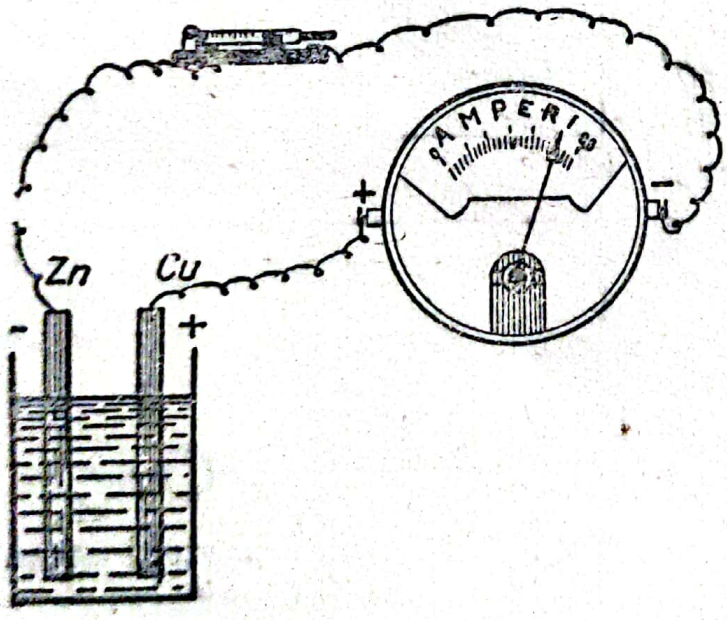


Fig. 120 — Legarea ampermetrului.

Ampermetrele funcționează pe baza efectului magnetic al curentului și construcția lor interioară va fi descrisă mai tîrziu. Există și ampermetre care funcționează pe baza efectului termic al curentului.

Scanned with CamScanner

Ca să măsurăm intensitatea unui curent, trebuie să facem ca întregul curent să treacă prin ampermetru. Pentru aceasta se întrerupe circuitul într-un punct și capetele sîrmelor se leagă la bornele ampermetrului, respectînd semnele + și — de la borne. După cum se vede din figura 121, *cînd într-un circuit folosim ampermetrul, trebuie să-l legăm în serie.*

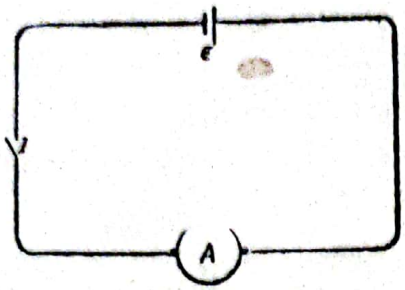


Fig. 121 — Schema legării ampermetrului.

Experiență. În circuitul unui element galvanic sau al unei baterii introducem un ampermetru, în diferite puncte ale circuitului. Constatăm că el indică același număr de amperi. Rezultă că *intensitatea curentului este aceeași în tot lungul circuitului.* Această constatare reprezintă legea de bază a curentului electric. Înseamnă că într-un circuit toate sarcinile electrice care pleacă de la polul negativ al sursei trebuie să ajungă la polul pozitiv al ei.

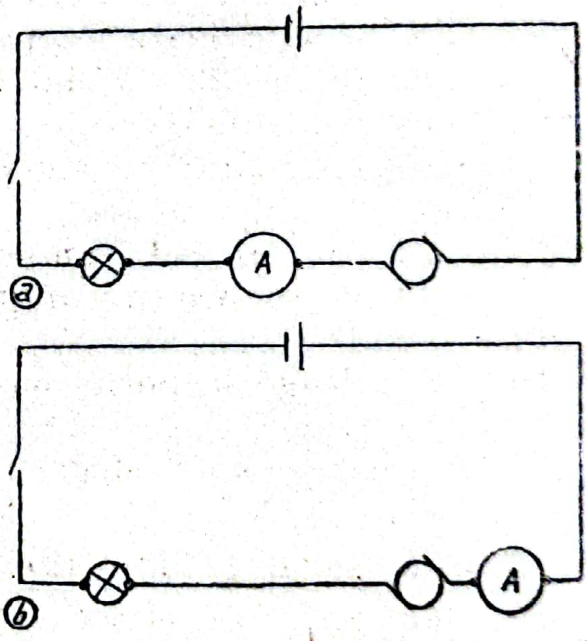


Fig. 122—Ampermetrul arată aceeași intensitate.

Putem, așadar, instala ampermetrul în circuit în orice loc, fie înaintea, fie în urma oricărui alt aparat, așa cum se vede în figura 122 a și b.

Scanned with CamScanner

Ca să măsurăm intensitatea unui curent, trebuie să facem ca întregul curent să treacă prin ampermetru. Pentru aceasta se întrerupe circuitul într-un punct și capetele sîrmelor se leagă la bornele ampermetrului, respectînd semnele + și — de la borne. După cum se vede din figura 121, *cînd într-un circuit folosim ampermetrul, trebuie să-l legăm în serie.*

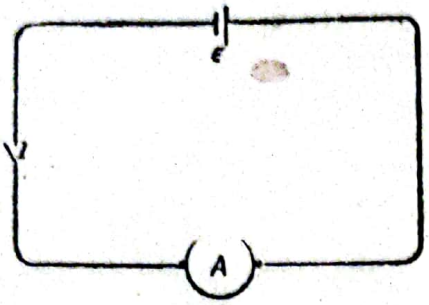


Fig. 121 — Schema legării ampermetrului.

E x p e r i e n ț ă. În circuitul unui element galvanic sau al unei baterii introducem un ampermetru, în diferite puncte ale circuitului. Constatăm că el indică același număr de amperi. Rezultă că *intensitatea curentului este aceeași în tot lungul circuitului.* Această constatare reprezintă legea de bază a curentului electric. Înseamnă că într-un circuit toate sarcinile electrice care pleacă de la polul negativ al sursei trebuie să ajungă la polul pozitiv al ei.

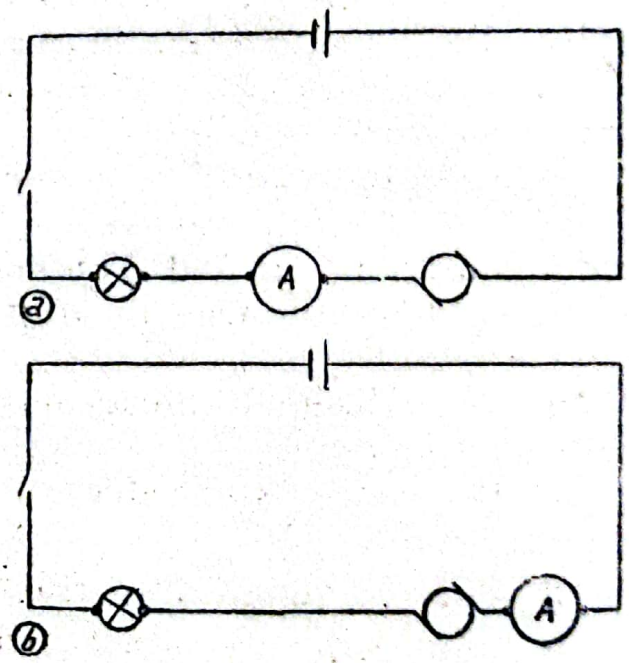


Fig. 122—Ampermetrul arată aceeași intensitate.

Putem, așadar, instala ampermetrul în circuit în orice loc, fie înaintea, fie în urma oricărui alt aparat, așa cum se vede în figura 122 a și b.

Scanned with CamScanner

Intensitatea curentului arătată de ampermetru este aceeași în ambele cazuri.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Cum se poate măsura cantitatea de electricitate?
2. Ce se întîmplă cînd un curent trece printr-o soluție de sare de argint?
3. De ce depinde cantitatea de metal depusă la electrod?
4. Care este unitatea de măsură pentru cantitatea de electricitate?
5. Cum se definește coulombul?
6. De ce depind efectele curentului?
7. Ce se numește intensitatea curentului?
8. Care este unitatea de intensitate a curentului?
9. Cît valorează un amper?
10. Cum se calculează intensitatea unui curent?
11. Cum se calculează cantitatea de electricitate care a trecut printr-o sîrmă?
12. Ce submultiplu al amperului cunoașteți?
13. Ce este ampermetrul?
14. Cum este alcătuit ampermetrul?
15. Cîte borne are un ampermetru și cu ce semne sînt notate?
16. Ce se leagă la borna pozitivă a ampermetrului? Dar la cea negativă?
17. Pe baza căror efecte ale curentului funcționează apermetrul?
18. Cum se leagă ampermetrul în circuit?
19. Cum este intensitatea curentului în lungul unui circuit?
20. Unde trebuie legat un ampermetru într-un circuit?

PROBLEME

1. Prin secțiunea unui circuit trec 750 coulombi în 30 s. Care este intensitatea curentului?

Răspuns: 25 A.

Scanned with CamScanner

2. În timp de 10 minute, printr-un circuit trec 1800 coulombi. Ce intensitate are curentul?

Răspuns: 3 A.

3. Un curent are intensitatea de 6 A. Ce cantitate de electricitate trece în timp de 20 s?

Răspuns: 120 coulombi.

4. Ce cantitate de argint va depune un curent cu intensitatea de 5 A în timp de 1 s?

Răspuns: 0,00559 g.

5. Ce cantitate de argint va depune un curent cu intensitatea de 12 A în timp de 5 minute?

Răspuns: 4,0248 g.

6. Un curent, trecînd printr-o sare de argint, a depus 0,01118 g argint în timp de 1 s. Ce intensitate are curentul?

Răspuns: 10 A.

7. Un curent a depus 6,708 g argint în timp de 10 min. Care este intensitatea curentului?

Răspuns: 10 A.

REZISTENȚA ELECTRICĂ

Rezistența conductorilor. Din viața de toate zilele se știe că apa curge mai ușor printr-un tub mai gros decît printr-unul mai subțire. Cînd apa trece printr-un tub, se freacă de pereții acestuia, astfel că întîmpină o rezistență.

La fel, curentul electric cînd trece printr-o sîrmă întîmpină din partea sîrmei o rezistență, care se numește *rezistență electrică*. Oricum și oricare ar fi conductorul, curentul electric întîmpină din partea acestuia o rezistență.

Experiență. Într-un circuit introducem un ampermetru, care să ne arate intensitatea cu-

Scanned with CamScanner

rentului. Pentru aceasta legăm un element galvanic cu bornele ampermetrului, prin două sîrme de cupru. Acul ampermetrului va arăta că prin circuit trece un curent de o anumită intensitate. Desfacem una din sîrmele de legătură dintre sursa de curent și ampermetru și o înlocuim cu o altă sîrmă mult mai subțire și mai lungă. În acest caz, curentul, trebuind să treacă printr-o sîrmă mai lungă și mai subțire, va întîmpina o rezistență mai mare. Acul ampermetrului va indica o intensitate mai mică. Înlocuim sîrma de cupru prin alta de fier sau dintr-un aliaj compus din Cu, Ni și Zn, numit *nichelină*. Acul ampermetrului va arăta altă intensitate a curentului. Înseamnă că rezistența electrică pe care o întîmpină curentul este diferită în cele 3 sîrme.

Proprietatea conductorilor de a se opune trecerii curentului electric se numește rezistență electrică. Fiecare conductor electric are o anumită rezistență electrică, care poate fi mai mare sau mai mică. Cu cît curentul întîmpină în drumul său o rezistență electrică mai mare, cu atît intensitatea lui devine mai mică. Invers, cu cît un corp are o rezistență electrică mai mică, cu atît curentul trece mai ușor; deci are o intensitate mai mare.

Să vedem de ce depinde rezistența unui conductor.

Experiență. Luăm mai multe sîrme făcute din același material, de aceeași grosime, dar de lungimi diferite.

Este de preferat să folosim sîrme de nichelină: una cu lungimea de 2 m, alta cu lungimea de 4 m și a treia, de 6 m. Înfășurăm fiecare din aceste sîrme pe cîte un tub de sticlă și le aducem în formă

Scanned with CamScanner

de spirală, ca să ocupe cît mai puţin loc, apoi le fixăm pe o scîndură cu ajutorul unor şuruburi. Prin înfăşurare trebuie să avem grijă ca spirele să nu se atingă una de alta, pentru a nu se scurta circuitul. Dacă sîrma este izolată, atunci această măsură de precauţie nu mai este necesară.

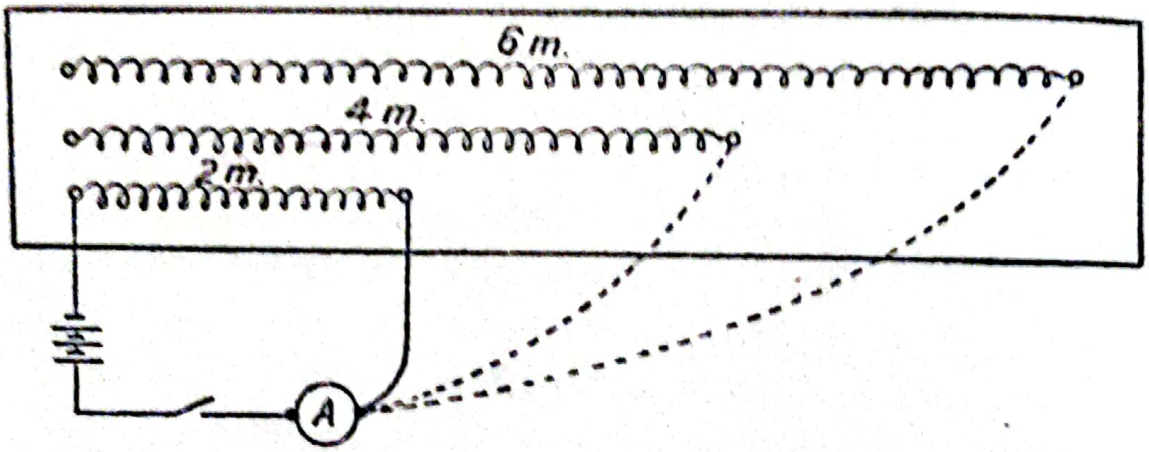


Fig. 123 — Alcătuirea unui circuit.

Alcătuim un circuit format din sîrma de 2 m lungime, un ampermetru şi o sursă de curent, legate în serie (fig. 123). Acul ampermetrului va arăta o anumită intensitate a curentului. Înlocuind sîrma de 2 m cu aceea de 4 m, se constată că intensitatea curentului se micşorează aproape la jumătate. Dacă introducem în circuit în locul sîrmei de 4 m pe aceea de 6 m, intensitatea curentului scade aproximativ la o treime. Rezultă că rezistenţa unui conductor depinde de lungimea sa. Cu cît conductorul este mai lung, cu atît şi rezistenţa sa este mai mare. Cercetările făcute de fizicianul german Ohm (1787—1854) au arătat că *rezistenţa unui conductor este direct proporţională cu lungimea lui.*

Scanned with CamScanner

Repetăm experiența luînd sîrme din același material, avînd aceeași lungime, dar de grosimi diferite. De exemplu, să luăm două sîrme de nichelină, ambele lungi de cîte 2 m, dar una să aibă diametrul de 0,2 mm, iar cealaltă de 0,5 mm. Vom constata că sîrma mai subțire are o rezistență mai mare decît sîrma groasă. În adevăr, cu cît o sîrmă va fi mai subțire, cu atît curentul trece mai greu, deci rezistența electrică este mai mare. Cercetările aceluiași fizician Ohm au arătat că: *rezistența unui conductor este invers proporțională cu suprafața secțiunii lui.* Dacă luăm două sîrme de aceeași lungime și făcute din același material, prima să aibă suprafața secțiunii, de exemplu, de 0,5 mm², iar a doua să aibă suprafața secțiunii de 1 mm², vom constata că rezistența primei sîrme este de două ori mai mare decît rezistența celei de a doua sîrme.

Rezistența unui conductor mai depinde și de materialul din care este făcut. În adevăr, luînd mai multe sîrme de aceeași lungime și aceeași grosime, dar făcute din materiale diferite: cupru, fier, nichelină etc., vom constata că nu au toate aceeași rezistență. Sîrma de cupru are rezistența cea mai mică, urmează apoi sîrma de fier și la urmă sîrma de nichelină, cu rezistența cea mai mare.

Din cele arătate rezultă că rezistența unui conductor depinde de lungimea lui, de secțiune și de materialul din care este făcut.

Rezistența unui conductor este direct proporțională cu lungimea lui, invers proporțională cu suprafața secțiunii lui și depinde de materialul din care este făcut.

Scanned with CamScanner

Să luăm un conductor de cupru, lung de 1 metru și cu suprafața secțiunii de 1 mm² și să-i aflăm rezistența. Dacă luăm acum o sîrmă lungă de 100 m avînd aceeași secțiune, rezistența ei va fi de 100 de ori mai mare. Dacă sîrma de 100 m ar avea secțiunea numai de 0,5 mm², rezistența ei ar deveni de două ori mai mare, adică de 200 de ori mai mare decît a sîrmei cu lungimea de 1 m și secțiunea de 1 mm². Acest calcul ne arată că este suficient să cunoaștem rezistența unui conductor lung de 1 m și cu secțiunea de 1 mm², pentru a putea calcula rezistența oricărui alt conductor făcut din același material.

Rezistența unui conductor făcut dintr-un metal oarecare, lung de 1 m și cu secțiunea de 1 mm² se numește *rezistivitate (rezistență specifică)*. Fiecare material are o anumită rezistivitate, care se însemnă cu litera grecească ρ (ro).

Pentru a calcula rezistența unui conductor, trebuie să înmulțim rezistivitatea ρ cu lungimea conductorului l și să împărțim la secțiunea lui s, adică:

$$R = \rho \times \frac{l}{s}.$$

Cu ajutorul acestei formule se poate calcula rezistența oricărui conductor.

Rezistența conductorilor se schimbă cînd temperatura variază. La metale, cînd temperatura se ridică, se mărește rezistența electrică. Dăm mai jos un tabel de rezistivități la temperatura de 0°C.

Scanned with CamScanner

Tabel de rezistivităţi

Argint	0,0161
Cupru	0,0168
Aluminiu	0,0278
Fier	0,0918
Mercur	0,0948
Nichelină	0,42
Cromnichel	0,94—1,1

Unitatea de rezistenţă. Ohmul. Unitatea de rezistenţă a fost denumită ohm, în cinstea fizicianului german cu acelaşi nume.

Ohmul este rezistenţa unei coloane de mercur, lungă de 106,3 *cm şi cu secţiunea de* 1 mm^2, *la temperatura de* 0°*C.*

Unitatea de rezistenţă poate fi făcută din orice material. S-a ales însă mercurul, deoarece acesta se poate obţine foarte pur. În tehnică şi în laboratoare rezistenţa etalon de 1 ohm se construieşte dintr-un aliaj special compus din Cu, Ni şi Mn, denumit *manganină.* Prescurtat, ohmul se notează cu litera grecească Ω (omega).

Exemplu. Să se calculeze rezistenţa unei sîrme de cupru, lungă de 500 m şi cu diametrul de 1 mm. În tabelul de rezistivităţi găsim că ρ pentru cupru are valoarea 0,0168. Cunoaştem lungimea sîrmei şi mai trebuie să calculăm suprafaţa secţiunii. Secţiunea sîrmei are forma de cerc cu raza de 0,5 mm. Suprafaţa cercului fiind $s = \pi r^2$, înseamnă că $s = 3{,}14 \times 0{,}5^2 = 0{,}7850$ mm^2.

Rezistenţa conductorului va fi:

$$R = \rho \frac{l}{s} = 0{,}0168 \times \frac{500}{0{,}7850} = 10{,}7\ \Omega.$$

Această sîrmă de cupru are o rezistenţă de 10,7 ohmi. În formula care ne dă rezistenţa unui

Scanned with CamScanner

conductor, lungimea lui l trebuie luată în metri, iar secțiunea s în mm^2 (milimetri pătrați), dacă ρ este dat în $\frac{ohmi \times mm^2}{m}$.

Reostate. În practică, de multe ori este nevoie să micșorăm intensitatea curentului. În acest scop se întrebuințează niște aparate numite reostate având rezistențe a căror valoare se poate modifica după voie.

Există trei tipuri mai importante de reostate, și anume: *reostate cu manetă*, *reostate cu cursor* și *reostate cu fișe*.

Reostatul cu manetă (fig. 124) este făcut dintr-o placă dreptunghiulară de lemn, ebonită sau alt material izolator. Pe această placă sînt fixate cu șuruburi niște bucăți de cupru numite *ploturi* (numerotate pe figură de la 1 la 6). Între ploturi se fixează sîrme de nichelină sau alt metal cu rezistivitate mare. Pentru ca aparatul să nu aibă dimensiuni prea mari, sîrmele sînt înfășurate în formă de spirale. Ploturile sînt așezate în semicerc și pe ele se mișcă capătul mobil al unei manete de metal, prevăzută cu un mîner izolator. Capătul fix al manetei este pus în legătură cu o bornă B_1. Cea de-a doua bornă B_2 este tot un șurub, pus în legătură cu primul plot.

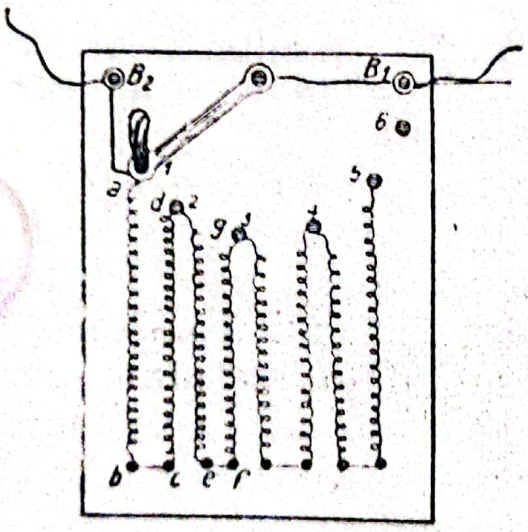


Fig. 124 — Reostatul cu manetă.

Să intercalăm un asemenea reostat într-un circuit electric.

Pentru aceasta, legăm sîrmele circuitului la cele două borne. Dacă maneta se află așezată pe primul plot, curentul electric trece prin sîrma de legătură, prin manetă, apoi ajunge la cealaltă bornă. Întrucît în acest caz conductorii prin care trece curentul au o grosime mare, rezistența electrică este foarte mică.

Să mutăm maneta pe cel de-al doilea plot. Curentul este nevoit acum să treacă prin sîrmele *a b c d* și întîmpină o anumită rezistență. Dacă schimbăm maneta pe plotul 3, curentul trece printr-o sîrmă mai lungă, *a b c d e f g*, întîmpinînd o rezistență mai mare. Cu cît deplasăm maneta mai spre dreapta, cu atît rezistența opusă de reostat se mărește. Este ușor de înțeles că mișcînd maneta spre dreapta, rezistența crește, iar mișcînd-o spre stînga rezistența scade.

Reostatul cu cursor. În laboratoare se folosește mai mult *reostatul cu cursor*, arătat în figura 125. Acesta este alcătuit dintr-un cilindru de porțelan *D*, pe care se înfășoară o sîrmă de nichelină sau de manganină. La capete cilindrul este susținut pe două suporturi de fier, între care se află fixată o bară de alamă *AB*. Pe această bară alunecă un cursor *C*, care apasă elastic asupra spirelor de pe cilindru și face contact. Capetele sîrmei de pe cilindru sînt legate la două borne *a* și *b*, iar bara de alamă face contact cu cursorul *C*. Cînd inter-

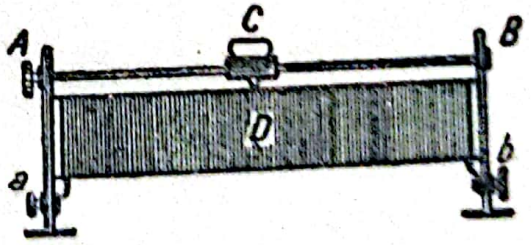


Fig. 125—Reostatul cu cursor.

Scanned with CamScanner

călăm un asemenea reostat într-un circuit, acesta se leagă, de exemplu, la bornele *a* și *A*. Deplasînd cursorul spre stînga curentul este nevoit să treacă printr-un număr mic de spire. Rezistența opusă de reostat va fi și ea mică. Din contră, dacă deplasăm cursorul spre dreapta curentul este nevoit să treacă printr-un număr mai mare de spire și rezistența electrică devine mai mare. Rezultă că mărirea sau micșorarea rezistenței se face prin deplasarea cursorului spre dreapta sau spre stînga. Acest reostat prezintă avantajul că se poate deplasa cursorul numai cu o spiră și rezistența poate fi mărită sau micșorată foarte încet.

Cutia cu rezistențe. La reostatul cu manetă și la reostatul cu cursor rezistența poate fi făcută mai mare sau mai mică, dar aceste aparate nu arată care este valoarea rezistenței opusă de reostat. De multe ori este nevoie ca reostatul să indice precis cîți ohmi, adică ce valoare are rezistența

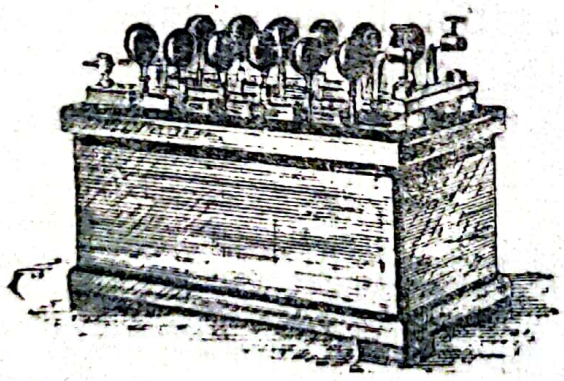


Fig. 126 — Reostatul cu fișe.

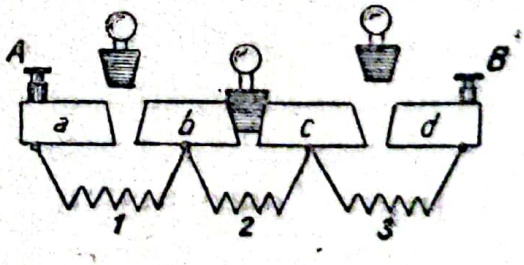


Fig. 127 — Schema reostatului cu fișe.

sa. În acest caz se folosește reostatul cu fișe sau cutia cu rezistențe, arătată în figura 126.

Spre a înțelege cum funcționează o cutie cu rezistențe, arătăm în figura 127 cum este ea al-

Scanned with CamScanner

cătuită. În capacul unei cutii de lemn sînt fixate niște blocuri metalice, *a b c d*, care nu comunică între ele decît prin sîrmele *1*, *2*, *3*. Sîrmele formează rezistențe cunoscute, de exemplu, de 1, 2, 5 etc. ohmi, care se află în interiorul cutiei. Cînd toate fișele sînt la locul lor, curentul trece prin blocurile metalice *a b c d*, legate acum între ele prin fișele respective. În acest caz, rezistența opusă este foarte mică. Cînd lipsește fișa dintre blocurile *a* și *b*, de exemplu, acestea nu mai comunică între ele decît prin sîrma *1*. Curentul de data aceasta este nevoit să treacă prin sîrma *1*, care-i opune o anumită rezistență, de exemplu de 1 ohm, cunoscută și scrisă pe capacul cutiei în locul respectiv. Dacă este scoasă și fișa dintre blocurile *c* și *d*, curentul trebuie să treacă și prin sîrma *3*, care opune și ea o rezistență, de exemplu de 5 ohmi. În acest caz, rezistența totală opusă curentului de către cutie este de $1 + 5 = 6$ ohmi.

Reostatele sînt foarte folosite, atît în laboratoare cît și în tehnică. Dacă sîrmele prin care trece un curent electric au o rezistență electrică prea mică, intensitatea curentului poate deveni foarte mare. Este atunci necesar să se introducă în circuit un reostat, care să opună rezistență la trecerea curentului pentru a-i micșora intensitatea. Ori de cîte ori un izvor dă curent printr-un circuit cu rezistență prea mică, se spune că este pus în *scurt-circuit*. Cele mai multe scurt-circuite se produc atunci cînd sîrmele unui circuit vin în atingere. În acest caz curentul nu mai trece prin receptori, ci de-a dreptul, și întîmpină o rezistență prea mică. Producerea scurt-circuitelor la curenții puternici este foarte periculoasă, întrucît

Scanned with CamScanner

poate produce incendii și strica instalația electrică.

Pentru a intercala un reostat cu fișe într-un circuit, îl legăm la borne, apoi scoatem atîtea fișe din cutie, încît, adunînd toate numerele de unde lipsesc fișele, să obținem numărul de ohmi care ne trebuie.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce se înțelege prin rezistența unui conductor?
2. Cum se poate arăta că un conductor are o rezistență electrică?
3. De ce depinde rezistența unui conductor?
4. Cum variază rezistența cu lungimea conductorului?
5. Cum variază rezistența cu grosimea conductorului?
6. Ce se întîmplă cu intensitatea curentului cînd crește rezistența?
7. Ce este rezistivitatea?
8. Cum se calculează rezistența unui conductor?
9. Care este unitatea practică de rezistență?
10. Cum se definește rezistența de 1 ohm?
11. Ce sînt reostatele și la ce folosesc?
12. Cîte feluri de reostate cunoașteți?
13. Cum este făcut reostatul cu manetă?
14. Cum se introduce reostatul cu manetă în circuit?
15. Cum se mărește și cum se micșorează rezistența unui reostat cu manetă?
16. Cum este făcut reostatul cu cursor?
17. Cum se mărește și cum se micșorează rezistența unui reostat cu cursor?
18. Ce este reostatul cu fișe?
19. Cum se calculează rezistența opusă de un reostat cu fișe?
20. Cum este făcut reostatul cu fișe?
21. Ce înseamnă scurt-circuit?
22. De ce sînt periculoase scurt-circuitele?

Scanned with CamScanner

PROBLEME

1. Care este rezistența unui fir de cupru lung de 2 km și cu diametrul de 5 mm?

Răspuns: 1,7 ohmi.

2. Care este rezistența unui fir de nichelină lung de 5 m și cu diametrul de 1 mm?

Răspuns: 2,67 ohmi.

3. Ce lungime trebuie să aibă un fir de cupru cu diametrul de 1 mm, ca rezistența lui să fie de 1 ohm?

Răspuns: 46,72 m.

4. Rezistența unui fier de călcat electric se face din nichelină și trebuie să aibă 25 ohmi. Ce lungime trebuie să aibă sîrma, dacă diametrul ei este de 0,2 mm?

Răspuns: 1,87 m.

5. O sîrmă de cupru are lungimea de 100 m și diametrul de 2 mm. Ce lungime trebuie să aibă o sîrmă de aluminiu cu același diametru și de aceeași rezistență?

Răspuns: 60,43 m.

6. O bară cilindrică de cupru are lungimea de 3 m și diametrul de 2 cm. Ce rezistență va opune acea bară la trecerea curentului?

Răspuns: 0,00016 ohmi.

TENSIUNEA

Cînd am studiat modul în care ia naștere curentul electric, am arătat că acesta este produs de o diferență de nivel electric. Electricitatea trece din *punctul cu nivel electric mai înalt spre punctul cu nivel electric mai scăzut* și așa se formează curentul electric.

Nivelul electric se mai numește și *potențial electric*. Termenul vine de la energia potențială,

Scanned with CamScanner

PROBLEME

1. Care este rezistența unui fir de cupru lung de 2 km și cu diametrul de 5 mm?

Răspuns: 1,7 ohmi.

2. Care este rezistența unui fir de nichelină lung de 5 m și cu diametrul de 1 mm?

Răspuns: 2,67 ohmi.

3. Ce lungime trebuie să aibă un fir de cupru cu diametrul de 1 mm, ca rezistența lui să fie de 1 ohm?

Răspuns: 46,72 m.

4. Rezistența unui fier de călcat electric se face din nichelină și trebuie să aibă 25 ohmi. Ce lungime trebuie să aibă sîrma, dacă diametrul ei este de 0,2 mm?

Răspuns: 1,87 m.

5. O sîrmă de cupru are lungimea de 100 m și diametrul de 2 mm. Ce lungime trebuie să aibă o sîrmă de aluminiu cu același diametru și de aceeași rezistență?

Răspuns: 60,43 m.

6. O bară cilindrică de cupru are lungimea de 3 m și diametrul de 2 cm. Ce rezistență va opune acea bară la trecerea curentului?

Răspuns: 0,00016 ohmi.

TENSIUNEA

Cînd am studiat modul în care ia naștere curentul electric, am arătat că acesta este produs de o diferență de nivel electric. Electricitatea trece din punctul cu nivel electric mai înalt spre punctul cu nivel electric mai scăzut și așa se formează curentul electric.

Nivelul electric se mai numește și *potențial electric*. Termenul vine de la energia potențială,

Scanned with CamScanner

deoarece cu cît nivelul electric este mai ridicat, cu atît energia potențială a electricității este mai mare. Pentru ca printr-un conductor să treacă un curent electric, trebuie ca la capetele lui să existe o *diferență de potențial* care se mai numește și *tensiune*.

Se numește tensiune, diferența de potențial electric existentă între capetele unui conductor și care face ca electricitatea să se scurgă prin acel conductor.

Se pune acum întrebarea: cum se poate măsura tensiunea? Pentru aceasta să luăm un exemplu din mecanică. Ne amintim din mecanică modul în care măsurăm energia potențială. Un corp greu de 1 kg, ridicat la o anumită înălțime, cîștigă o energie potențială egală cu lucrul mecanic consumat pentru ridicarea lui. Dacă corpul este lăsat să cadă, el poate efectua un lucru mecanic egal cu energia potențială cîștigată prin ridicare și acest lucru mecanic se poate deci măsura. Într-un mod asemănător se măsoară și tensiunea aflată la capetele unui conductor. Să presupunem un conductor între capetele căruia există o tensiune. Pentru măsurarea tensiunii trebuie să lăsăm să treacă un coulomb de electricitate, de la un capăt la celălalt al conductorului, și să măsurăm lucrul mecanic produs. Valoarea acestui lucru mecanic ne arată cît este de mare tensiunea.

Tensiunea la capetele unui conductor se măsoară prin lucrul mecanic efectuat de forțele electrice, cînd un coulomb de electricitate trece de la un capăt la altul al conductorului.

Fie un circuit electric în care avem o sursă de curent. Înseamnă că în acest circuit există o tensiune. Sursa de curent este tocmai aparatul care

Scanned with CamScanner

naşte tensiunea şi pune astfel electricitatea în mişcare. Fără tensiune, electricitatea nu se pune în mişcare şi deci nu poate să ia naştere un curent electric. Pentru ca să se creeze tensiune, sursa de curent foloseşte o anumită formă de energie. Elementele galvanice folosesc în acest scop energia chimică. După cum se va vedea mai tîrziu, în uzinele electrice, pentru a crea tensiune se foloseşte energia mecanică. Tensiunea creată de o sursă de curent într-un circuit se mai numeşte şi *forţă electromotoare*.

Unitatea practică de tensiune: voltul. Pentru a calcula lucrul mecanic produs de forţele electrice se foloseşte unitatea practică denumită *joule* (J), care este de 9,81 ori mai mică decît un kilogrametru, adică

$$1\ \text{J} = \frac{1}{9{,}81}\ \text{kgm}.$$

Unitatea practică cu care se măsoară tensiunea se numeşte volt şi se notează cu V. Numele-i vine de la fizicianul italian Volta, care a construit primul element galvanic.

Voltul reprezintă tensiunea care produce un lucru mecanic de un joule, cînd prin conductor trece un coulomb de electricitate.

Să considerăm un conductor între capetele căruia există o tensiune de 1 V. Cînd prin acel conductor va trece un coulomb de electricitate, forţele electrice vor produce un lucru mecanic de un joule. Dacă la capetele conductorului ar exista o tensiune de 5 V, lucrul mecanic efectuat la trecerea unui coulomb de electricitate va fi de 5 jouli.

Scanned with CamScanner

Tensiunea produsă de o sursă de curent poate fi foarte diferită. Elementul Volta are între poli o forță electromotoare de aproximativ un volt. O baterie de buzunar are între poli o f.e.m. de 4,5 V. Curenții dați de elementul Volta, de bateria de buzunar, sînt așa de slabi, că nu-i putem simți prin atingere cu mîna. Cu cît tensiunea este mai mare, cu atît curenții devin mai puternici. Tensiunea curentului de la uzină folosit pentru iluminat este de 110 V sau de 220 V. Un asemenea curent este periculos, putînd produce moartea. Există și curenți la care tensiunea ajunge la sute de mii de volți. Asemenea curenți se numesc *curenți de înaltă tensiune* și pot omorî omul într-o fracțiune de secundă. De aceea este periculos să se umble la firele electrice prin care circulă curenți puternici sau să se atingă sîrmele curenților de înaltă tensiune.

Măsurarea tensiunii cu voltmetrul. Aparatele cu ajutorul cărora se măsoară tensiunea curenților se numesc *voltmetre*, adică măsurători de volți. Construcția și aspectul exterior al unui voltmetru seamănă cu a unui ampermetru (fig. 128). Și voltmetrul are un ac indicator, care se plimbă în fața unui cadran gradat în volți. Diviziunea de pe cadran în dreptul căreia se oprește acul voltmetrului ne arată tensiunea curentului. Voltmetrul are două borne, notate una cu + (plus) și alta cu — (minus), ca și ampermetrul.

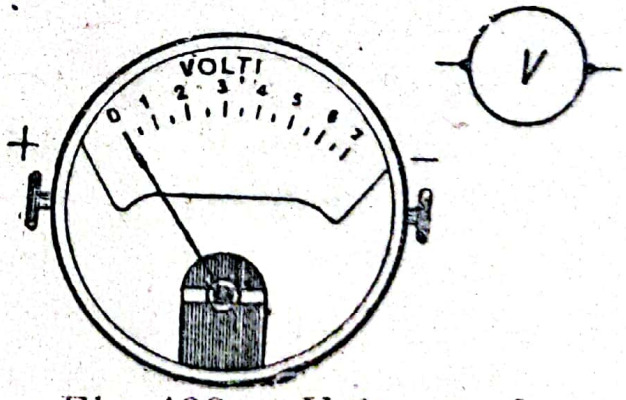


Fig. 128 — Voltmetrul.

Scanned with CamScanner

Felul în care se măsoară cu voltmetrul se deosebeşte de modul cum se măsoară cu ampermetrul. După cum s-a arătat la măsurarea intensităţii curentului cu ampermetrul, aparatul se leagă în serie pe circuit. Măsurătorile cu voltmetrul se fac legînd aparatul în paralel.

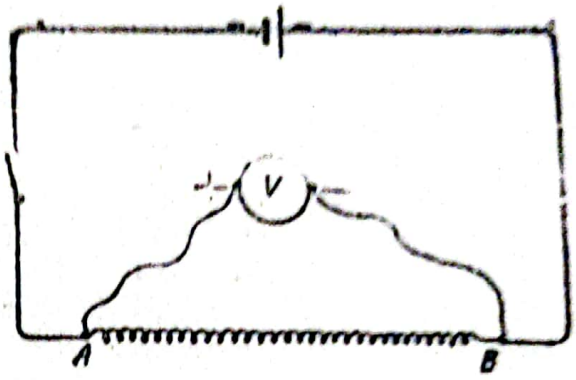


Fig. 129—Măsurarea tensiunii cu voltmetrul.

Pentru a măsura tensiunea legăm mai întîi la bornele aparatului două sîrme izolate ceva mai lungi. Legăm capetele sîrmelor de la voltmetru în punctele A şi B de pe circuit, între care dorim să măsurăm tensiunea (fig. 129). Acul voltmetrului va arăta cîţi volţi are tensiunea între aceste puncte. Trebuie să avem grijă ca sîrma legată la borna voltmetrului însemnată cu plus să fie legată la punctul A, dinspre polul pozitiv al sursei de curent, iar sîrma legată la borna însemnată cu minus, să fie legată la punctul B, dinspre polul negativ al sursei. În cazul cînd sîrmele sînt legate invers, acul voltmetrului nu se mişcă şi acesta nu poate arăta tensiunea.

Repetăm experienţa legînd sîrmele de la voltmetru la două puncte de pe circuit din ce în ce mai apropiate. Se constată că tensiunea devine din ce în ce mai mică. Această experienţă arată că tensiunea dintre cele două puncte ale unui circuit depinde de rezistenţa sîrmei care le separă.

Scanned with CamScanner

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce trebuie să existe între capetele unui conductor, ca prin el să circule un curent?
2. Ce este potențialul electric și de unde-i vine numele?
3. Ce este tensiunea electrică?
4. Cum se măsoară tensiunea electrică?
5. Ce rol are într-un circuit tensiunea creată de o sursă de curent electric?
6. Ce se înțelege prin forță electromotoare?
7. Ce este joulul și la ce servește?
8. Câți jouli are un kilogrametru?
9. Care este unitatea practică cu care se măsoară tensiunea?
10. Cum se definește voltul?
11. Ce tensiune are curentul electric folosit în locuințe?
12. Ce f. e. m. are un element Volta? Dar o baterie de buzunar?
13. Ce sînt curenții de înaltă tensiune?
14. Ce este voltmetrul?
15. Cîte borne are un voltmetru și cum sînt notate?
16. Cum se leagă voltmetrul cînd vrem să măsurăm tensiunea electrică?
17. Cum variază tensiunea între două puncte ale unui circuit?

PROBLEME

1. Câți jouli fac 5 kgm?

Răspuns: 49,05 jouli.

2. Un om a efectuat un lucru mecanic de 300 kgm. Transformați acest lucru mecanic în jouli.

Răspuns: 2943 jouli.

3. Între capetele unei sîrme tensiunea este de 220 V. Ce lucru mecanic produc forțele electrice, cînd prin acea sîrmă trec 5 coulombi?

Răspuns: 1100 jouli.

Scanned with CamScanner

4. Printr-un conductor trec 7 coulombi și forțele electrice produc un lucru mecanic de 35 jouli. Ce tensiune este între capetele conductorului?

Răspuns: 5 V.

5. La capetele unui conductor este o tensiune de 110 V. Calculați în kilogrametri lucrul mecanic produs, cînd prin acel conductor trec 10 coulombi.

Răspuns: 112,1 kgm.

6. Între capetele unui conductor este o tensiune de 220 V. Prin acel conductor trece un curent cu intensitatea de 6 A, timp de 10 s. Ce lucru mecanic produc forțele electrice?

Răspuns: 13 200 jouli.

LEGEA LUI OHM

Experiență. Alcătuim un circuit format dintr-un acumulator E, un reostat cu cursor R și un ampermetru A (fig. 130). Așezăm cursorul reostatului cam la mijloc, unde îl lăsăm neschimbat. Ampermetrul va arăta că prin circuit trece un curent de intensitate mică, deoarece acumulatorul are o f.e.m. relativ mică, de circa 2 V, care se măsoară cu un voltmetru.

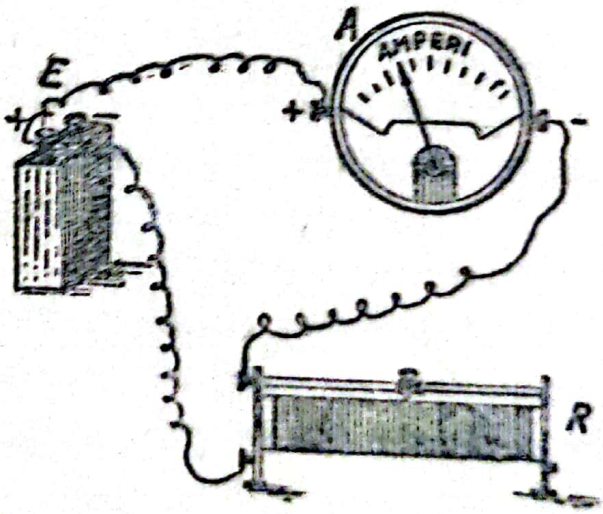


Fig. 130 — Demonstrarea legii lui Ohm.

Adăugăm acum încă un acumulator pe care-l legăm în serie cu primul. Tensiunea este acum de circa 4 V. Vom constata că intensitatea curentului se mărește de 2 ori.

Scanned with CamScanner

Deci cu cît tensiunea este mai mare, cu atît și intensitatea curentului se mărește.

Dacă vom repeta experiența introducînd în circuit trei acumulatoare, legate între ele prin polii de nume contrar, constatăm că intensitatea curentului se mărește de 3 ori. În acest caz f.e.m. a celor trei acumulatoare, legate între ele în serie, este de 6 V. Rezultă din această experiență că:

Intensitatea curentului este direct proporțională cu tensiunea.

Mișcăm cursorul reostatului astfel ca rezistența să crească. Pe măsură ce rezistența crește, constatăm că ampermetrul arată o intensitate din ce în ce mai mică. Din contră, dacă mișcăm treptat cursorul, astfel ca rezistența lui să se micșoreze, ampermetrul arată o intensitate din ce în ce mai mare. Aceasta înseamnă că intensitatea curentului se mărește cînd rezistența scade, și se micșorează cînd rezistența crește.

Intensitatea curentului este invers proporțională cu rezistența conductorului prin care trece.

Aceste două constatări formează *legea lui Ohm* și se enunță astfel:

Intensitatea unui curent, care circulă printr-un conductor, este direct proporțională cu tensiunea de la capetele conductorului și invers proporțională cu rezistența conductorului.

Legea lui Ohm este o lege fundamentală în electricitate. Cu ajutorul acestei legi se poate calcula intensitatea unui curent, atunci cînd cunoaștem tensiunea și rezistența. În adevăr, să luăm un conductor între capetele căruia se află o tensiune pe care s-o notăm cu U. Dacă rezistența conducto-

Scanned with CamScanner

rului este R, se poate calcula intensitatea curentului I împărțind tensiunea la rezistență. Adică:

$$I = \frac{U}{R}.$$

Această formulă reprezintă forma sub care se poate scrie legea lui Ohm. În această formulă dacă intensitatea se măsoară în amperi, atunci tensiunea trebuie măsurată în volți, iar rezistența în ohmi. Cu ajutorul acestei legi se pot rezolva multe probleme de electricitate.

Să ne închipuim că luăm un fir de cupru cu rezistența de 3 ohmi și între capetele lui aplicăm o tensiune de 4,5 V. Pentru a afla intensitatea curentului care trece prin acest fir, aplicăm legea lui Ohm. Formula, care reprezintă această lege, ne arată că se poate calcula intensitatea curentului împărțind tensiunea la rezistență.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{4{,}5}{3\,\Omega} = 1{,}5\ \text{A}.$$

Deci, prin firul de cupru va trece un curent cu intensitatea de 1,5 A.

Dacă în această formulă înmulțim cu R ambii membri ai egalității, obținem:

$$I \times R = \frac{U \times \cancel{R}}{\cancel{R}} \text{ sau } U = I \times R.$$

Această formulă ne permite să calculăm tensiunea cînd cunoaștem intensitatea curentului și rezistența conductorului prin care trece curentul.

De exemplu, printr-un fir cu rezistența de 5 ohmi trece un curent cu intensitatea de 2 A. Tensiunea dintre capetele firului va fi:

$$U = I \times R = 2 \times 5 = 10\ \text{V}.$$

Scanned with CamScanner

Pentru verificarea acestei formule calculăm, după legea lui Ohm, intensitatea curentului cînd tensiunea este de 10 V, iar rezistența conductorului de 5 ohmi, și obținem:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{10}{5} = 2\,A,$$

ceea ce verifică formula, fiindcă intensitatea curentului a fost de 2 A.

Tot formula legii lui Ohm ne permite să calculăm și rezistența, atunci cînd cunoaștem tensiunea și intensitatea curentului.

Legea lui Ohm se poate scrie și sub forma:

$$R = \frac{U}{I}.$$

După această formulă se vede că rezistența se poate afla dacă împărțim tensiunea la intensitate. De exemplu, să aflăm care este rezistența unui fir de cupru între capetele căruia se află o tensiune de 10 V, iar intensitatea curentului este de 4 A. Pentru a calcula rezistența împărțim tensiunea la intensitate:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{10}{4} = 2{,}5\,\Omega.$$

Rezistența firului de cupru va fi de 2,5 ohmi. Rezultă de aici că, avînd un voltmetru cu care să măsurăm tensiunea și un ampermetru ca să măsurăm intensitatea, putem afla rezistența unui conductor.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Cum variază intensitatea curentului cînd se mărește tensiunea? Dar cînd se micșorează?
2. Cum variază intensitatea curentului cînd se mărește rezistența? Dar cînd se micșorează?

Scanned with CamScanner

3. Enunțați legea lui Ohm.
4. Prin ce formulă se reprezintă legea lui Ohm?
5. Cum se calculează tensiunea unui curent, cînd cunoaștem intensitatea și rezistența?
6. Cum se calculează rezistența unui conductor cînd cunoaștem tensiunea și intensitatea?
7. Cum putem măsura rezistența unui conductor?

PROBLEME

1. Tensiunea la capetele unui conductor este de 110 V. Care este intensitatea curentului, dacă rezistența conductorului este de 50 ohmi?

Răspuns: 2,2 A.

2. Printr-un conductor cu rezistența de 25 ohmi circulă un curent cu intensitatea de 8,8 A. Ce tensiune este între capetele conductorului?

Răspuns: 220 V.

3. Printr-un conductor trece un curent cu intensitatea de 2 A. Între capetele conductorului este o tensiune de 10 V. Care este rezistența acelui conductor?

Răspuns: 5 ohmi.

4. Un fir de cupru are lungimea de 10 km și secțiunea de 1 mm^2. La capetele lui tensiunea este de 220 V. Care este intensitatea curentului?

Răspuns: 1,31 A.

LUCRAREA DE LABORATOR NR. 1

Alcătuirea de circuite electrice. Orice circuit electric trebuie să cuprindă o sursă de curent, un receptor de curent și un întrerupător. În cazul cînd sursa de curent este un element galvanic, ea transformă energia chimică în energie electrică. Becul electric fiind un receptor, transformă energia curentului electric în energie luminoasă. Pentru întregirea circuitului electric, mai avem nevoie de sîrme de legătură. Acestea trebuie să fie bine izolate, ca să nu se facă scurt-circuit.

Scanned with CamScanner

Întrerupătoarele sînt absolut necesare oricărui circuit. Există mai multe feluri de întrerupătoare. Pentru curenți slabi se folosesc întrerupătoare cu buton (fig. 131), ca cele de sonerie. La aceste întrerupătoare, capetele sîrmelor care formează circuitul se leagă în punctele *a* și *b*. De pe figură

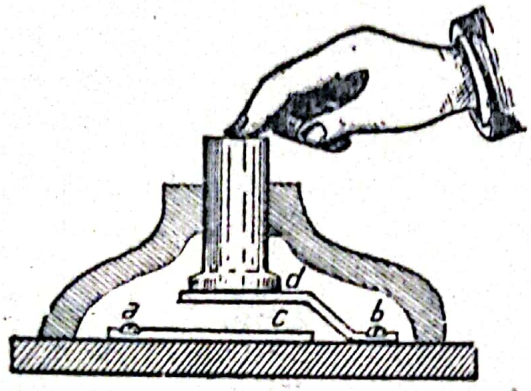


Fig. 131 — Buton de sonerie.

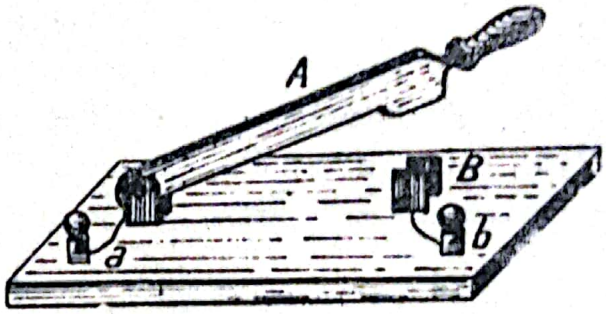


Fig. 132 — Întrerupător cu pîrghie.

se vede că circuitul este întrerupt între lamele *c* și *d*. Cînd se apasă pe buton, lamele *c* și *d* se ating și circuitul se închide.

Pentru curenți puternici se întrebuințează întrerupătoare cu pîrghie (fig. 132). La aceste întrerupătoare circuitul este legat în punctele *a* și *b*, astfel că el este întrerupt. Cînd apăsăm pe pîrghia întrerupătorului, circuitul se închide, deoarece pîrghia *A* pătrunde între cele două lame elastice ale piesei *B* și face contact. Se mai întrebuințează și întrerupătoare rotative numite *șaltere* (fig. 133). La șalter o lamă *a* stabilește contactul între alte două lame cînd se rotește în jurul său cu 90° sau cu 180°.

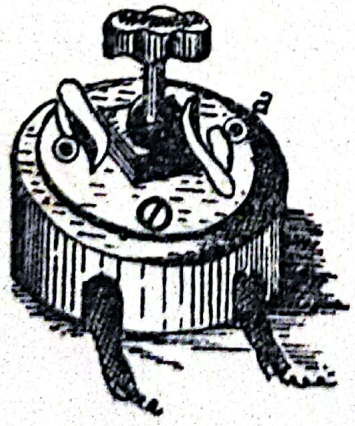


Fig. 133 — Șalter.

Întrerupătoarele servesc la închiderea și la deschiderea circuitului.

Pentru ca un bec electric să poată fi legat în circuit, avem nevoie de un locaș special construit, adică de o dulie (fig. 134). Aceasta are forma din figură și este prevăzută cu două șuruburi de care se prind sîrmele de legătură.

Scanned with CamScanner

La alcătuirea unui circuit trebuie să respectăm anumite reguli absolut necesare, pentru a nu da loc la accidente periculoase. Sursa de curent trebuie introdusă în circuit, numai după ce toate celelalte aparate au fost legate corect între ele. În general, se vor lega toate aparatele; după aceea se va verifica dacă legăturile sînt corect făcute și numai în urmă se leagă cu sursa de curent. La verificarea circuitelor trebuie să avem grijă să nu se producă scurt-circuite, acestea fiind periculoase.

Demontarea circuitului se va face începînd totdeauna cu sursa de curent. Se desface mai întîi sursa de curent din circuit și numai după aceea se desfac și celelalte aparate. Orice schimbare în circuit sau legături trebuie făcută numai după ce s-au dezlegat ambii poli ai sursei de curent.

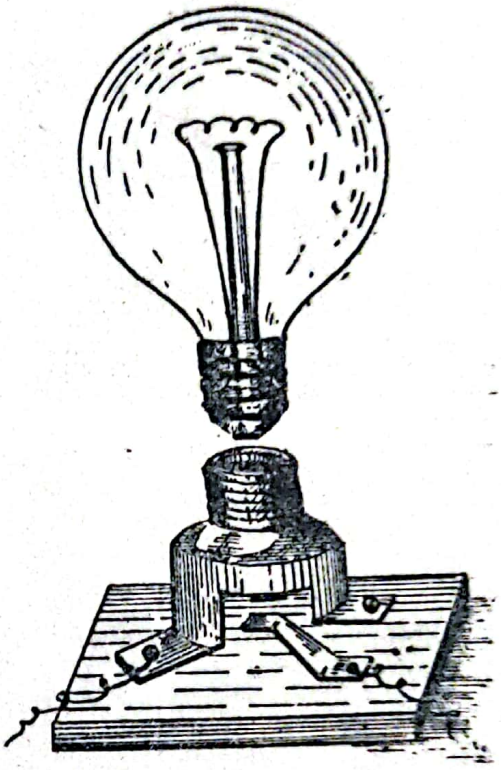


Fig. 134 — Bec cu dulie.

Este interzisă legarea sau dezlegarea aparatelor în timpul cît circulă curentul. Mai întîi se scoate sursa de curent din circuit, se face modificarea dorită și numai în urmă se leagă din nou de sursa de curent.

Legarea aparatelor între ele trebuie făcută cu sîrme bine izolate. Trebuie o grijă deosebită ca prinderea capetelor sîrmelor la bornele aparatelor să se facă bine. Capetele sîrmelor se curăță bine de izolant cu un briceag, apoi se prind la bornele cu șurub și se trage ușor pentru a verifica dacă sînt bine prinse.

La montarea unui circuit este necesar ca aparatele să fie astfel aranjate, încît să putem urmări cu ușurință mersul curentului electric.

Scanned with CamScanner

Într-un circuit se pot intercala mai mulți receptori la aceeași sursă de curent. Legarea receptorilor se poate face, fie în serie, fie în paralel.

Alcătuiți un circuit electric dintr-un element galvanic, un bec mic și un întrerupător. Desenați schema acestui cir-

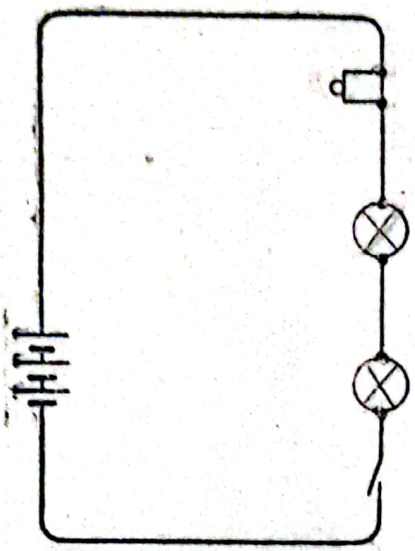


Fig. 135

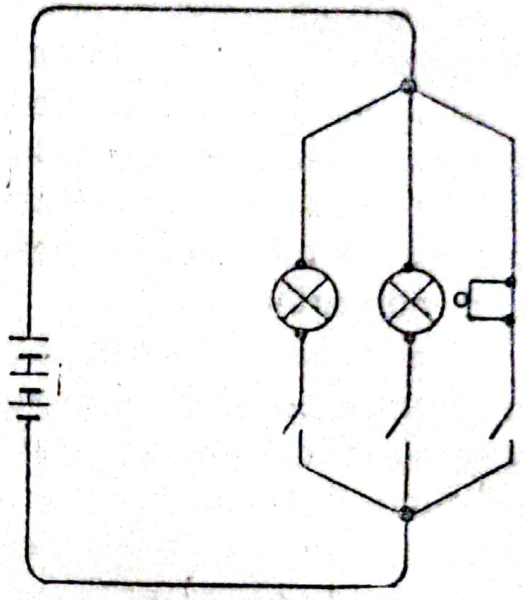


Fig. 136

cuit. Explicați de ce un circuit electric trebuie să aibă un întrerupător.

Ce se întîmplă cu curentul electric, atunci sînd întrerupem sau închidem circuitul? Mînuiți întrerupătorul și spuneți ce se întîmplă cu becul electric. Răspundeți ce înseamnă circuit închis și circuit deschis.

Explicați ce înseamnă un scurt-circuit și ce pericol prezintă acesta. De ce nu e permis să se folosească sîrme de legătură neizolate?

Urmăriți sensul curentului în circuit.

Alcătuiți un alt circuit electric din următoarele aparate: 2 becuri electrice, o sonerie, 3 întrerupătoare și o baterie de elemente. Legarea acestor aparate să se facă conform schemelor din figurile 135 și 136.

Răspundeți la întrebările: Cum sînt legate becurile în schema din figura 135? Dar în schema din figura 136?

Ce avantaj poate avea legarea mai multor întrerupătoare în paralel? Presupunem că un bec trebuie să lumineze o scară și are mai multe întrerupătoare, fiecare întrerupător aflîndu-se la un alt etaj. Ce avantaj are această instalație?

Scanned with CamScanner

LUCRAREA DE LABORATOR NR. 2

Măsurarea intensității și a tensiunii. Realizăm mai întîi un circuit electric din două becuri mici, legate în serie, și un întrerupător. Ca sursă de curent folosim un acumulator de 4 V. Schema circuitului va fi cea din figura 137.

Întrerupem circuitul și legăm un ampermetru înainte de primul bec. Închizînd circuitul, ampermetrul va arăta o anumită intensitate a curentului. Trebuie să avem grijă ca borna notată cu plus a ampermetrului să fie legată la sîrma care vine de la polul pozitiv al sursei de curent, iar borna notată cu minus să fie legată la sîrma care vine de la polul negativ.

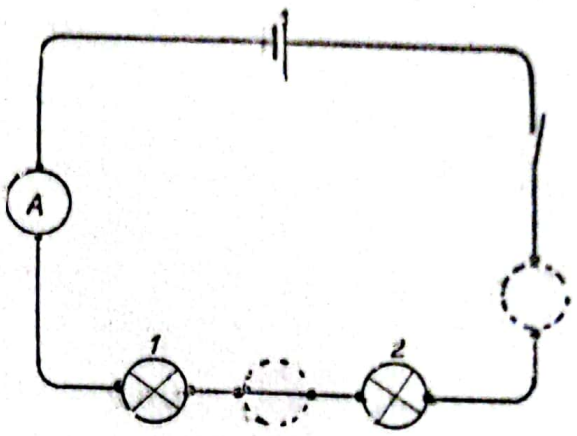


Fig. 137 — Schema circuitului pentru măsurarea intensității.

După ce am întrerupt din nou curentul, desfacem ampermetrul și-l legăm între cele două becuri. La închiderea circuitului se constată că ampermetrul arată aceeași intensitate ca și mai înainte. Putem repeta experiența și lega ampermetrul după cel de-al doilea bec. Acesta va arăta aceeași intensitate a curentului.

Tragem de aici învățătura că *intensitatea curentului este aceeași în tot lungul circuitului* și oriunde am măsura-o vom găsi aceeași valoare. Pentru a măsura intensitatea unui curent, legăm un ampermetru în serie, în orice punct al circuitului.

Pentru a măsura tensiunea curentului procedăm în felul următor:

Mai întîi, legăm la cele două borne ale voltmetrului două sîrme bine izolate cu cauciuc și suficient de lungi, ca să putem face legătura cu orice punct de pe circuit. Capetele acestor sîrme se curăță cu îngrijire de izolament cu briceagul, pe o lungime de circa 2 cm. Legăm capetele celor două sîrme la punctele de pe circuit între care vrem să măsurăm tensiunea (fig. 138). Trebuie să avem grijă ca acolo unde facem

Scanned with CamScanner

legătura, între cele două sîrme să se facă un contact bun (să nu fie izolament). De aceea, este bine ca legarea celor două sîrme să se facă chiar la șuruburile de la bornele aparatelor.

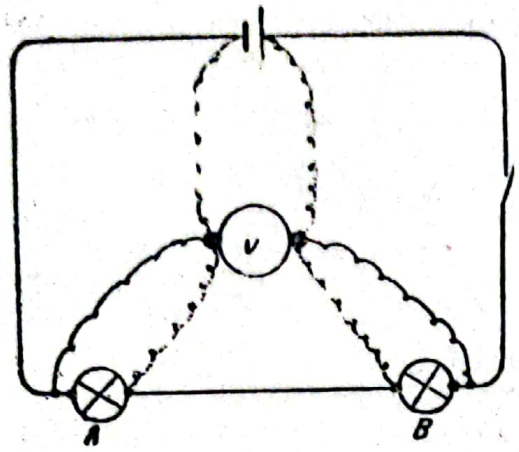


Fig. 138 — Măsurarea tensiunii cu voltmetrul.

Legăm mai întîi capetele sîrmelor la polii sursei de curent. Voltmetrul va arăta o anumită tensiune. Facem legătura la bornele unui singur bec. Tensiunea arătată de voltmetru va fi mai mică. Repetăm experiența legînd sîrmele de la voltmetru la bornele celor două becuri, astfel ca între punctele între care am făcut legătura să se afle numai sîrma de legătură. Vom constata că tensiunea arătată de voltmetru va fi extrem de mică, aproape zero. Legea lui Ohm pusă sub forma:

$$U = IR$$

ne arată că tensiunea dintre două puncte de pe circuit este cu atît mai mare, cu cît rezistența firului aflat între cele două puncte este și ea mai mare. Rezistența sîrmei de legătură fiind mică, și tensiunea la capetele ei este foarte mică.

Această lucrare practică arată că tensiunea curentului nu este aceeași între toate punctele unui circuit. Ca să măsurăm tensiunea între două puncte ale circuitului, trebuie să legăm voltmetrul în paralel între acele puncte.

LUCRAREA DE LABORATOR NR. 3

Determinarea rezistenței unui conductor cu ajutorul ampermetrului și voltmetrului. Legea lui Ohm poate fi pusă și sub forma:

$$R = \frac{U}{I}.$$

Înseamnă că, măsurînd intensitatea curentului și tensiunea lui între capetele unui conductor, putem calcula

Scanned with CamScanner

rezistența acelui conductor. Pentru aceasta este suficient să împărțim tensiunea la intensitate și calculăm astfel cît de mare este rezistența.

Pentru a măsura intensitatea curentului avem nevoie de un ampermetru, iar pentru a măsura tensiunea avem nevoie de un voltmetru. Dacă avem la îndemînă aceste aparate, putem determina rezistența unui conductor, după cum urmează:

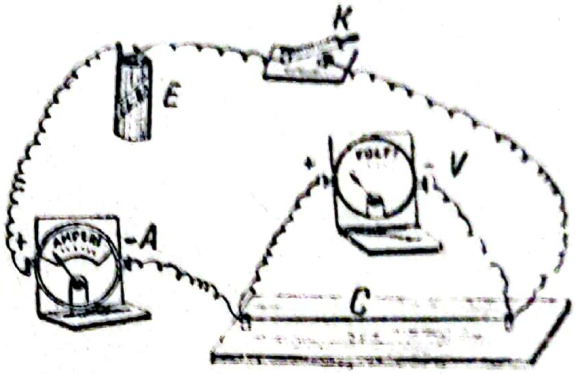


Fig. 139 — Determinarea rezistenței.

Facem un circuit în care legăm în serie ampermetrul (A), conductorul (C), a cărui rezistență vrem s-o aflăm, și un întrerupător (K) (fig. 139). Desigur că în circuit trebuie să avem și o sursă de curent (E). Folosim în acest scop, de exemplu, o baterie de buzunar. La capetele conductorului, a cărui rezistență vrem s-o măsurăm, legăm două sîrme izolate pe care le prindem la bornele voltmetrului V. Legăturile să se facă în mod corect, atît la bornele ampermetrului, cît și la bornele voltmetrului, respectînd semnele + și — de la ambele aparate.

După ce am realizat circuitul ca în schema din figura 139, închidem pentru scurt timp întrerupătorul. Citim la ampermetru intensitatea curentului, iar la voltmetru tensiunea dintre bornele conductorului. Dacă împărțim tensiunea la intensitatea curentului, căpătăm rezistența conductorului în ohmi.

Repetăm experiența schimbînd conductorul cu un altul. Vom constata că ampermetrul și voltmetrul arată alte valori. Raportul dintre ceea ce ne arată voltmetrul și ceea ce ne arată ampermetrul reprezintă rezistența conductorului.

De exemplu, ampermetrul arată 0,3 A, iar voltmetrul, 2,1 V. Înseamnă că rezistența conductorului va fi:

$$R = \frac{2,1}{0,3} = \frac{21}{3} = 7\ \Omega.$$

Scanned with CamScanner

ENERGIA ȘI PUTEREA CURENTULUI

Energia curentului. Energia curentului electric se poate transforma în energie mecanică și invers. Înseamnă că, în acest caz, curentul electric poate produce lucru mecanic. Într-adevăr, există motoare care funcționează cu ajutorul curentului. Motoarele electrice transformă energia electrică în energie mecanică. În fabrici și uzine, cu ajutorul motoarelor electrice sînt puse în funcțiune războaiele de țesut, mașinile de presat, strungurile etc. Lucrul mecanic produs măsoară energia curentului electric.

Ca să calculăm lucrul mecanic pe care îl poate efectua un curent, adică energia lui, facem următorul raționament: considerăm un conductor la capetele căruia există o tensiune de 5 V și că prin conductor trec 8 coulombi de electricitate. Dacă între capetele conductorului ar exista o tensiune de 1 V și prin conductor ar trece 1 coulomb, atunci lucrul mecanic ar fi de 1 joule. Cum tensiunea este de 5 ori mai mare, dar prin conductor trec 8 coulombi, rezultă că lucrul mecanic produs de curent va fi de 40 jouli, adică

$$W = 5\ V \times 8\ \text{coulombi} = 40\ J.$$

Pentru a calcula energia unui curent electric trebuie să înmulțim tensiunea cu cantitatea de electricitate care trece prin conductor.

Notînd tensiunea cu U și cantitatea de electricitate cu Q, lucrul mecanic W efectuat de un curent electric se va calcula cu ajutorul formulei:

$$W = U \cdot Q.$$

Scanned with CamScanner

Cantitatea Q de electricitate se poate calcula ușor cînd se cunoaște intensitatea curentului. Știm că intensitatea curentului este dată de numărul amperilor sau de numărul coulombilor care trec într-o secundă. Dacă intensitatea curentului este I, înseamnă că într-o secundă trec prin conductor I coulombi. Se înțelege că în timp de t secunde, vor trece de t ori mai mulți coulombi

$$Q = I \cdot t.$$

În formula de mai sus, $W = U \cdot Q$, înlocuind pe Q cu It, obținem:

$$W = U \times I \times t.$$

Pentru a calcula energia unui curent electric trebuie să înmulțim tensiunea cu intensitatea și cu timpul (în secunde), cît durează curentul.

De exemplu, energia dezvoltată de un curent electric sub tensiunea de 120 V și cu intensitatea de 2 A în timp de 20 s va fi:

$$W = 120 \times 2 \times 20 = 4800 \text{ J}.$$

Presupunem că tensiunea este de 1 V, intensitatea de 1 A și curentul durează numai o secundă. Lucrul mecanic efectuat va fi:

$$W = 1 \text{ V} \times 1 \text{ A} \times 1 \text{ s} = 1 \text{ J}.$$

Unitatea cu care se măsoară energia curentului electric se numește *joule* de la numele fizicianului Joule.

După cum s-a mai arătat, un joule este de 9,81 ori mai mic decît 1 kgm.

Puterea curentului. Din cele învățate în clasa precedentă, ne amintim că puterea unei mașini

Scanned with CamScanner

reprezintă lucrul mecanic pe care-l efectuează acea mașină în timp de o secundă. La fel este și pentru curentul electric.

Numim puterea unui curent electric lucrul mecanic efectuat de acel curent în timp de o secundă. În formula energiei curentului electric, dacă considerăm timpul o secundă (t = 1 s), căpătăm puterea curentului:

$$P = U \cdot I.$$

Puterea curentului se calculează înmulțind tensiunea cu intensitatea. De exemplu, puterea unui curent cu tensiunea de 120 V și intensitatea de 2 A va fi:

$$P = 120 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 240 \text{ W}.$$

Unitatea practică de putere se numește watt și reprezintă un joule pe secundă. Un curent are puterea de un watt cînd efectuează un lucru mecanic de un joule în timp de o secundă. Numele vine de la mecanicul englez James Watt (1736 — 1819), care a construit una dintre primele mașini cu aburi.

Unități practice pentru energia și puterea curentului. Unitățile practice cu ajutorul cărora se măsoară energia și puterea curentului sînt joulul și wattul. Uneori, în industrie și tehnică aceste unități sînt prea mici și atunci se folosesc alte unități mai mari:

Un multiplu al wattului este kilowattul egal cu o mie de watti.

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}.$$

Scanned with CamScanner

Cînd se vorbește de puterea uzinelor sau a motoarelor electrice, acestea se măsoară de obicei în kilowați.

La mașinile cu abur sau la motoarele cu explozie se folosește pentru măsurarea puterii calul-putere (1 CP = 75 kgm/s). Știind că un kilogrametru valorează 9,81 jouli, înseamnă că 1 CP valorează:

$$1\text{CP} = 9{,}81 \times 75 = 736\ \text{J/s} = 736\ \text{W} = 0{,}736\text{kW}$$

Un calcul ușor arată că 1 kW = 1,36 CP.

Pentru măsurarea energiei electrice în fabrici și uzine se folosește kilowatt-ora (kWh).

Kilowatt-ora reprezintă energia dezvoltată de un curent electric cu putere de un kilowatt în timp de o oră.

Pentru a calcula cîți jouli valorează un kilowatt-oră facem următorul raționament. Un curent cu puterea de un kilowatt efectuează 1000 jouli în timp de o secundă.

Cum într-o oră sînt 3600 s, înseamnă că în timp de o oră energia produsă va fi:

$$1\ \text{kWh} = 1000\text{W} \times 3600\ \text{s} = 3\,600\,000\ \text{J}.$$

Deci un kilowatt-oră reprezintă trei milioane șase sute de mii jouli. Se vede, prin urmare, cît de mare este această unitate de energie electrică — *kilowatt-oră*.

Trebuie făcută o deosebire între kilowatt și kilowatt-oră. Prima unitate, kilowattul, este o unitate de putere, în timp ce kilowatt-ora este o unitate de energie electrică, adică de lucru mecanic produs de curentul electric într-un timp dat.

Scanned with CamScanner

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce se înțelege prin energia unui curent?
2. Dați exemple de aparate care transformă energia curentului în alte feluri de energie.
3. Cum se calculează energia dezvoltată de un curent?
4. Cum se calculează cantitatea de electricitate, cînd cunoaștem intensitatea curentului și timpul?
5. Cum se calculează energia curentului, cînd cunoaștem intensitatea, tensiunea și timpul?
6. Cu ce unitate se măsoară energia curentului?
7. Cît valorează un joule?
8. Ce se numește puterea unui curent?
9. Cum se calculează puterea curentului?
10. Care este unitatea practică de putere?
11. Cît valorează un watt?
12. Ce este kilowattul?
13. Cîți wați valorează un cal-putere?
14. Cîți cai-putere valorează un kilowatt?
15. Ce se măsoară cu kilowatt-ora?
16. Cîți jouli valorează un kilowatt-oră?
17. Ce deosebire este între kilowatt și kilowatt-oră?

PROBLEME

1. Printr-un conductor trec 30 de coulombi, sub o tensiune de 110 V. Ce lucru mecanic efectuează acel curent?

Răspuns: 3300 jouli.

2. Ce energie dezvoltă în timp de o oră un curent electric sub tensiunea de 220 V și cu intensitatea de 6 A?

Răspuns: 4 752 000 jouli.

3. Un motor electric funcționează sub o tensiune de 380 V și cu o intensitate de 20 A. Care este puterea acestui motor în kW?

Ce energie în kWh consumă acel motor în timp de 10 ore?

Răspuns: 7,6 kW; 76 kWh.

4. Transformați în jouli energia electrică de 5 kWh.
5. Cîți kilogrammetri fac 1 kWh?

Răspuns: 366 972 kgm.

Scanned with CamScanner

Încălzirea unui conductor de către curentul electric. În lecțiile despre acțiunile curentului s-a arătat că un conductor, prin care trece un curent, se încălzește. Înseamnă că energia electrică se transformă în energie termică.

Experiență. Luăm două sîrme de nichelină care să aibă aceeași lungime, dar cu secțiuni diferite. Cele două sîrme au rezistențe electrice diferite. Sîrma mai subțire AB are o rezistență mai mare, iar sîrma mai groasă BC are o rezistență mai mică. Legînd cele două sîrme în serie, împreună cu un acumulator și un întrerupător, alcătuim un circuit (fig. 140). Închizînd circuitul se constată că ambele sîrme se încălzesc, însă sîrma mai subțire se încălzește mai mult decît sîrma groasă

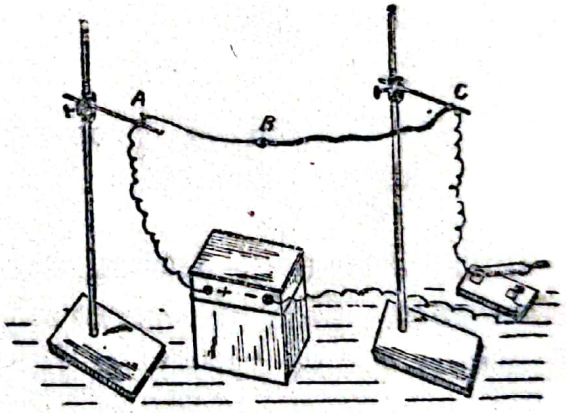


Fig. 140 — Efectul termic al curentului.

Această experiență arată că la *trecerea curentului electric printr-un conductor se dezvoltă căldură.* Cantitatea de căldură dezvoltată de un curent electric de intensitate dată nu este totdeauna aceeași.

Experiență. Luăm o sîrmă de nichelină mai subțire, o înfășurăm în formă de spirală, apoi o introducem într-un vas cu apă (fig. 141). Capetele sîrmei le legăm la bornele unui acumulator, alcătuind astfel un circuit. Introducînd în apa din vas un termometru, se constată că temperatura apei

Scanned with CamScanner

creşte treptat. Energia curentului se transformă în căldură şi apa îşi ridică temperatura.

Cantitatea de căldură degajată de un curent. Experienţele de mai sus au arătat că un curent electric degajă totdeauna căldură. Pentru a vedea ce cantitate de căldură degajă un curent, doi fizi-

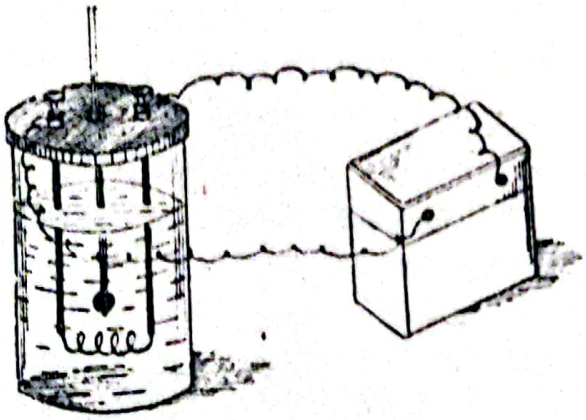


Fig. 141 — Căldura produsă de un curent.

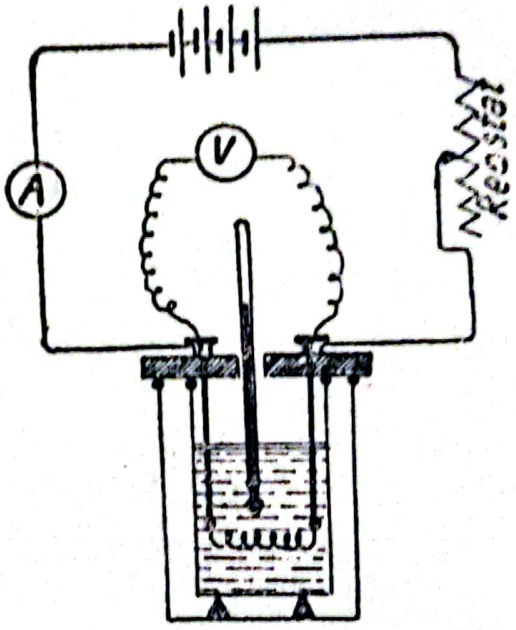


Fig. 142 — Măsurarea căldurii produsă de curent.

cieni, Joule şi Lenz, au studiat cu atenţie acest fenomen făcînd experienţe numeroase. Se poate dovedi acest lucru în felul următor. Într-un calorimetru (fig. 142) se toarnă o anumită cantitate de apă şi se introduce apoi o sîrmă răsucită în formă de spirală. Trecînd un curent prin spirala de sîrmă, se dezvoltă căldură şi apa din calorimetru se încălzeşte. Măsurînd temperatura apei înainte de închiderea circuitului şi după ce curentul a circulat cîtva timp, se poate deduce cantitatea de căldură dezvoltată de curent, aşa cum s-a învăţat în clasa precedentă.

Se trec prin sîrma din calorimetru curenţi cu intensităţi diferite. De exemplu, trecem un curent

Scanned with CamScanner

cu intensitatea de 1 A printr-o sîrmă cu rezistență de 2 ohmi, timp de 100 s. Se constată că se produce o cantitate de căldură de 48 calorii. Trecînd apoi prin aceeași sîrmă un curent cu intensitatea de 2 A, tot timp de 100 s, se constată că se produce o cantitate de căldură de patru ori mai mare, adică 192 cal. ($4 \times 48 = 192$).

Repetînd experiența și trecînd prin aceeași sîrmă un curent cu intensitatea de 3 A, tot 100 s, cantitatea de căldură produsă este de 9 ori mai mare, adică $9 \times 48 = 432$ cal. Prin urmare, cînd intensitatea curentului se mărește de două, de trei, de patru ori etc., căldura dezvoltată se mărește de patru, de nouă, de șaisprezece ori, adică de 2^2, 3^2, 4^2 ori etc.

Cantitatea de căldură dezvoltată de un curent electric este proporțională cu pătratul intensității curentului.

Experiența se poate repeta menținînd intensitatea curentului neschimbată și variind rezistența sîrmei. Astfel, cînd curentul are intensitatea de 1 A și trece prin sîrma cu rezistența de 2 ohmi, timp de 100 s, se dezvoltă o cantitate de căldură de 48 cal. Dacă se schimbă acea sîrmă cu alta, a cărei rezistență este de 4 ohmi, același curent cu intensitatea de 1 A în timp de 100 s, dezvoltă o cantitate de căldură de două ori mai mare, adică de $2 \times 48 = 96$ cal. Schimbînd sîrma cu alta, cu rezistența de 6 ohmi, se dezvoltă o cantitate de căldură de 3 ori mai mare, adică $3 \times 48 = 144$ cal. Dacă rezistența se mărește de două sau de trei ori și cantitatea de căldură dezvoltată de curentul electric se mărește de acel număr de ori.

Scanned with CamScanner

Cantitatea de căldură dezvoltată de un curent electric este proporțională cu rezistența conductorului prin care trece curentul.

Dacă se lasă să treacă curentul mai întîi timp de 100 s, apoi de 200 s și de 300 s, se constată că, dacă timpul cît trece curentul devine de două sau de trei ori mai mare, și cantitatea de căldură dezvoltată devine respectiv de două, de trei ori mai mare.

Cantitatea de căldură dezvoltată de un curent electric este proporțională cu timpul cît trece curentul.

Cele trei rezultate reunite formează legea Joule-Lenz, care se enunță astfel:

Cantitatea de căldură dezvoltată de un curent electric este proporțională cu pătratul intensității curentului, cu rezistența conductorului prin care trece curentul și cu timpul cît trece curentul.

Experiențe numeroase au arătat că 1 joule este echivalent cu 0,24 cal. De aceea, această lege se poate scrie prin formula de mai jos, care permite calculul cantității de căldură Q, dezvoltată de curentul electric:

$$Q = 0{,}24\ I^2 Rt \text{ cal.}$$

De exemplu, să se calculeze ce cantitate de căldură se dezvoltă, cînd printr-un conductor cu rezistența de 20 ohmi trece un curent cu intensitatea de 2 A, timp de 10 min. Transformăm mai întîi minutele în secunde și apoi introducem datele în formula legii Joule-Lenz. În 10 min. sînt 600 s. Cantitatea de căldură va fi:

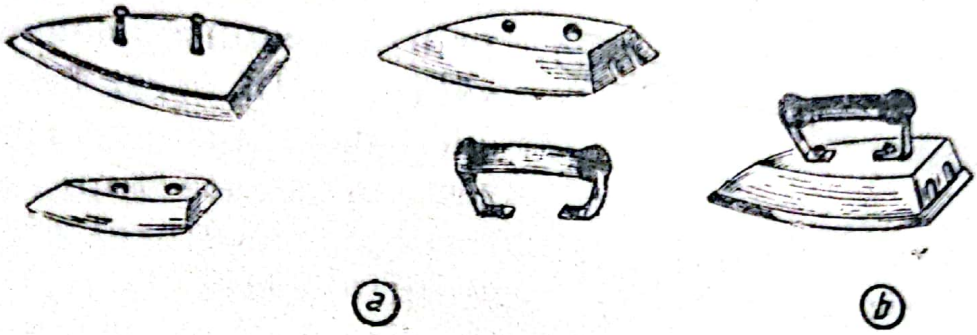
$$Q = 0{,}24 \times 2^2 \times 20 \times 600 = 0{,}24 \times 4 \times 20 \times 600 = 11\,520 \text{ cal.}$$

Aparate electrice de încălzit și luminat. Curentul electric se folosește pe o scară largă, atît în industrie, cît și în gospodărie. Fierul electric de căl-

Scanned with CamScanner

cat, soba electrică, ciocanul electric de lipit, becul electric, arcul electric etc., formează numai cîteva din aplicațiile încălzitului electric.

Fierul electric de călcat este făcut din 2 bucăți masive de fier ca în figura 143. Între cele două bu-



a b

Fig. 143 — Fierul de călcat:
a) piesele componente; b) piesele montate.

căți de fier se află o placă de mică, pe care este înfășurată o sîrmă de nichelină. Aceasta, la rîndul ei, este așezată între alte două plăci tot de mică. Mica este un izolator ce se găsește în pămînt uneori sub forma unor plăci, care se desfac în foițe foarte subțiri. Avantajul plăcilor de mică este că sînt izolatoare electrice și rezistă la temperaturi înalte fără a se topi. Sîrma de nichelină înfășurată pe placa de mică formează *rezistența* fierului de călcat (fig. 144). Curentul electric trecînd prin această rezistență o încălzește la roșu. De la sîrmă, căldura trece la cele două bucăți de fier. Cînd fierul de călcat s-a încălzit suficient, este folosit la netezirea țesăturilor. Folosind la fierul de călcat

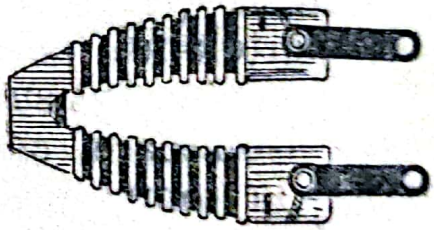


Fig. 144 — Rezistența fierului de călcat.

Scanned with CamScanner

o rezistență mai mică sau mai mare, se poate dezvolta căldură mai puțină sau mai multă, după necesitate.

Ciocanul electric de lipit (letconul) are ca parte esențială o bucată de cupru, în jurul căruia este înfășurată o rezistență izolată cu mică (fig. 145). Curentul electric trecînd prin rezistență dezvoltă căldură. În acest fel bucata de cupru se încălzește și poate topi cositorul. Cu ajutorul ciocanului electric de lipit se pot lipi cu cositor tablele sau sîrmele de fier, cupru sau alte metale.

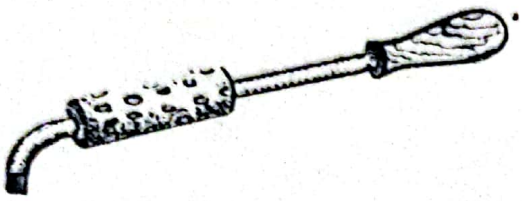


Fig. 145 — Ciocanul electric de lipit.

Soba electrică este făcută dintr-un fir metalic prin care trece curentul electric și îl încălzește la roșu. Acest fir metalic este înfășurat pe un cilindru de porțelan nesmălțuit sau pe un cilindru de șamotă (fig. 146). Atît porțelanul poros cît și șamota sînt substanțe izolatoare, care rezistă la temperaturi mari, fără să se topească. Cilindrul pe care se află rezistența este așezat în mijlocul unei oglinzi concave. Curentul electric încălzește rezistența și cilindrul pe care este înfășurată aceasta. Se produc raze de căldură care sînt reflectate de oglinda concavă.

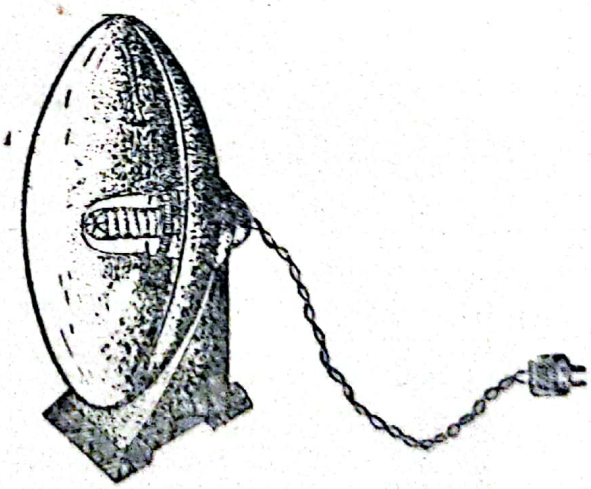


Fig. 146 — Soba electrică.

Scanned with CamScanner

Fierbătorul electric (fig. 147) este un vas de metal cu fundul dublu. Între cele două funduri se află o rezistență prin care trecînd curentul o încălzește. Apa turnată în vas capătă căldură de la curentul electric și ajunge la fierbere în cîteva minute. Fierbătorul electric este foarte avantajos. El aduce apa la temperatura de fierbere într-un timp scurt și consumul de energie electrică este redus.

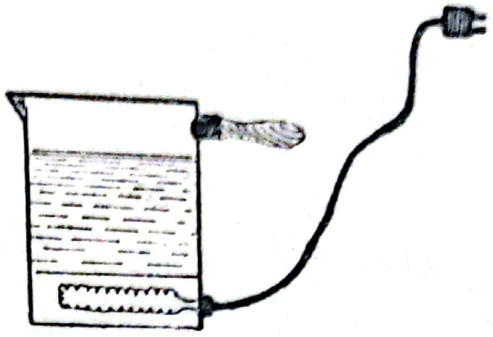


Fig. 147 — Fierbător electric.

Luminatul electric. Luminatul electric se bazează tot pe încălzirea unui fir metalic cu ajutorul curentului electric. Filamentul becurilor electrice este făcut dintr-un metal numit wolfram, care poate fi încălzit pînă la 3000° C, fără să se topească. Prin trecerea curentului electric filamentul se încălzește la incandescență și luminează.

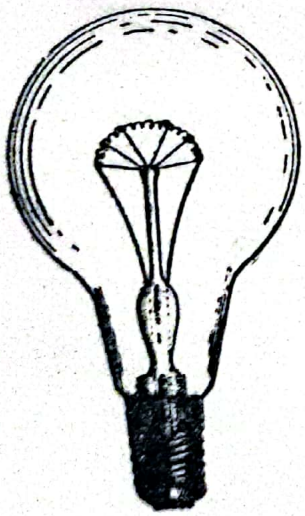


Fig. 148 — Becul electric.

Becul electric (fig. 148) este alcătuit dintr-un balon de sticlă în interiorul căruia se introduce filamentul de wolfram. Capetele filamentului din interiorul becului sînt lipite la două sîrmulițe care străbat prin sticlă afară. În exterior, becul are o garnitură metalică formată dintr-un inel în formă de șurub (fassung) și o plăcuță metalică la bază. Cele două sîrmulițe, care ies prin sticlă,

Scanned with CamScanner

sînt lipite, una la inelul în formă de șurub, iar cealaltă la plăcuța de la bază. Din balon se scoate

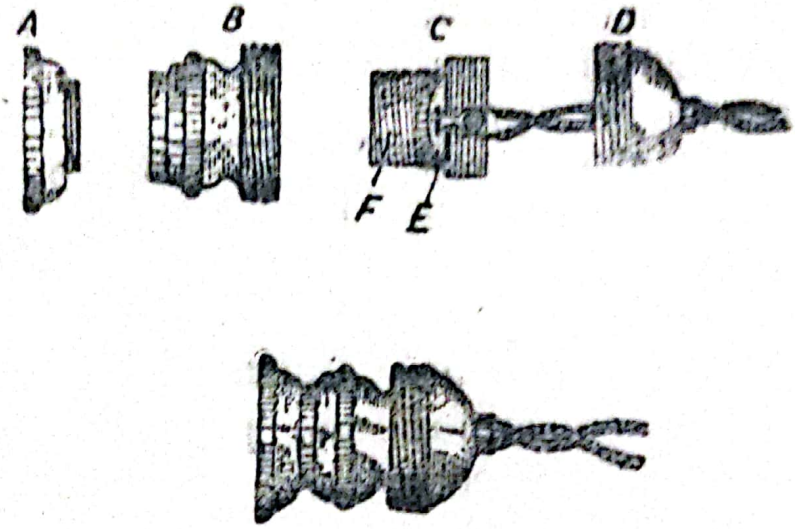


Fig. 149 — Dulie cu părțile componente.

aerul, făcîndu-se vid, deoarece firul avînd temperatura foarte ridicată ar arde, dacă ar fi în contact cu aerul. Becurile moderne nu mai au în interior vid, ci un gaz inert, care nu se combină cu metalul filamentului oricît de mare ar fi temperatura. Asemenea becuri cu gaze inerte în interior durează mai mult și dau mai multă lumină.

Pentru ca becul să poată fi pus în circuit este nevoie de o *dulie* (fig. 149).

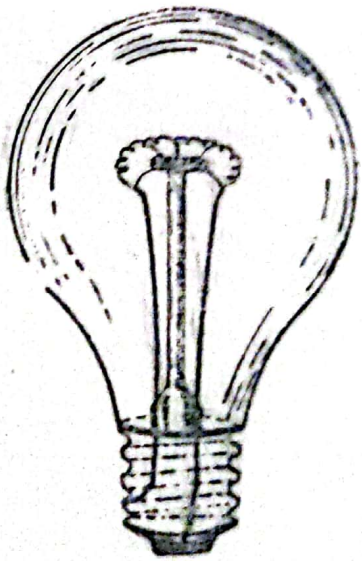


Fig. 150 — Bec de mare putere.

La becurile moderne filamentul este răsucit în formă de spirală (fig. 150) și așezat în cerc pe sîrmulițele elastice. S-a dat această formă filamentului pentru ca să radieze cît mai puțină căldură și temperatura să ajungă

Scanned with CamScanner

pînă la 2900° C. Lumina emisă de un asemenea bec este mult mai puternică.

Orice bec are rezistența filamentului calculată pentru un curent de o anumită tensiune. Pe fiecare bec este scris la ce tensiune în volți poate fi folosit și ce putere are. Cu cît un bec are o putere mai mare, cu atît emite mai multă lumină. La noi în țară se fabrică becuri cu puteri de: 5 W, 15 W, 25 W, 40 W, 60 W, 75 W, 100 W, 150 W și 200 W. Pentru întrebuințări speciale se fac becuri cu puteri mai mari. Acestea însă au fassunguri speciale, cu un diametru mai mare.

Tensiunile pentru care se construiesc becurile la noi în țară sînt de 110 V și 220 V. Se fabrică și becuri pentru lanterne de buzunar, pentru aparate de radio, motociclete, automobile etc., cu tensiuni de 2 V, 4 V, 6 V, 12 V etc. Acestea sînt însă becuri de dimensiuni mici.

Trebuie să știm că un bec poate fi folosit numai la curentul a cărei tensiune corespunde celeia scrise pe el. Dacă folosim un bec de 110 V la un curent de 220 V, filamentul se arde într-o fracțiune de secundă și becul se strică. Din contra, folosind un bec de 220 V la un circuit de 110 V, filamentul nu ajunge să se încălzească suficient și becul emite puțină lumină. Un asemenea bec consumă energie fără să dea lumină.

Becul electric cu incandescență reprezintă o mare contribuție la progresul omenirii. Primul bec electric cu incandescență a fost inventat de către savantul rus Aleksandru Nikolaevici Lodîghin , în anul 1873. Filamentul becului lui Lodîghin era din cărbune și consuma multă energie electrică. Ulterior, becul electric a fost perfecționat

Scanned with CamScanner

de către Edison, care a realizat un filament de cărbune mult mai rezistent.

În anul 1890, Lodîghin înlocuiește firul de cărbune cu un filament metalic de wolfram. De aceea, Aleksandru Nikolaevici Lodîghin este considerat ca inventatorul becului cu incandescență.

Siguranțe fuzibile. Curentul electric trecînd printr-un fir conductor îl încălzește. Dacă intensitatea curentului este mică, atunci și căldura dezvoltată este redusă. La instalațiile electrice, firele de legătură sînt făcute din sîrmă de cupru, învelite la exterior cu un material izolator de cauciuc și o țesătură de bumbac. Cînd curentul electric trece prin aceste sîrme le încălzește, dar foarte puțin, astfel că nu se strică izolamentul. Grosimea firelor este astfel calculată, ca să nu se dezvolte decît puțină căldură. Dacă prin aceste fire ar trece un curent cu intensitate prea mare, ele s-ar încălzi la roșu, ar topi izolamentul de cauciuc și chiar l-ar aprinde. Deci, intensitatea curentului prin firele instalației nu trebuie să treacă peste o anumită limită, care depinde de grosimea firului.

Dacă un aparat electric este defect, se poate întîmpla să se producă un scurt-circuit. Intensitatea curentului ar deveni foarte mare, firele electrice s-ar încălzi peste măsură și izolamentul s-ar topi. Instalația electrică s-ar defecta și nu ar mai putea fi folosită. Mai mult, izolamentul sîrmelor se poate aprinde și de cele mai multe ori dă naștere la incendii. Ca să se evite asemenea pericole, în circuitele instalațiilor electrice se instalează *siguranțe*, care întrerup automat curentul, în momentul în care intensitatea lui a depășit valoarea permisă.

Scanned with CamScanner

Siguranțele pot fi de mai multe feluri: cele mai simple sînt siguranțele fuzibile, a căror funcționare rezultă din experiența care urmează.

Experiență. Folosind ca sursă de curent un acumulator de 12 V, alcătuim un circuit electric ca în figura 151a. Pentru aceasta legăm în serie un bec L de 12 V, un întrerupător I_1 și un fir subțire de plumb sau de fier AB (fig. 151b). Pentru ca experiența să reușească, firul trebuie să fie foarte subțire. Dacă am închide întrerupătorul I_1, circuitul s-ar închide și becul ar deveni luminos. În paralel, la bornele becului mai instalăm un al doilea întrerupător, I_2, cu ajutorul căruia se poate realiza un scurt-circuit. De aceea trebuie să avem grijă ca tot timpul acest întrerupător să fie deschis.

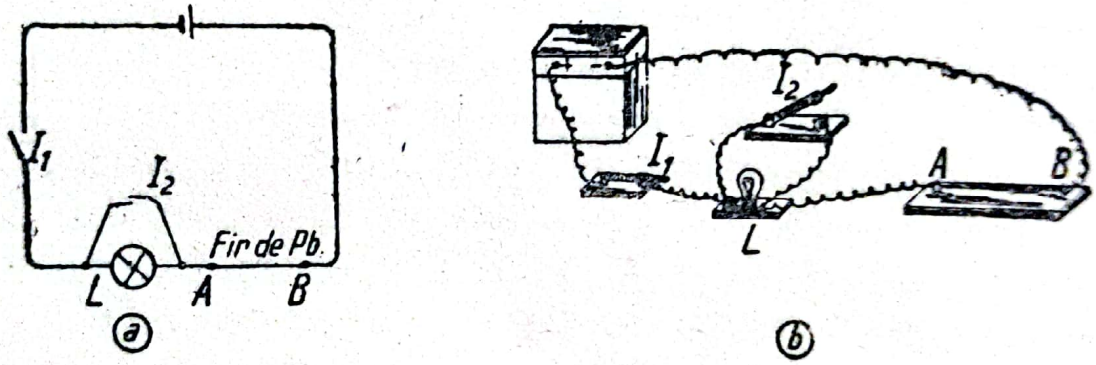


Fig. 151 — Principiul siguranței fuzibile.

După ce am realizat circuitul, închidem întrerupătorul I_1 și becul se aprinde. Curentul circulă de la acumulator prin întrerupătorul I_1, prin bec, prin firul de plumb și se reîntoarce la cealaltă bornă a acumulatorului. În drumul său curentul întîmpină o rezistență datorită în special becului electric, deoarece acesta are o rezistență electrică mai mare. Sîrma de plumb sau de fier se va încălzi, dar nu prea mult, deoarece este astfel aleasă

Scanned with CamScanner

încît să aibă o rezistență relativ mică. Închidem cel de-al doilea întrerupător I_2. Am provocat astfel un scurt-circuit. Curentul nu mai este nevoit să treacă prin becul electric, ci trece prin întrerupătorul I_2, a cărui rezistență este extrem de mică. Intensitatea curentului în circuit devine mult mai mare. Sîrma de plumb sau de fier se va încălzi la roșu și se va topi. Curentul se va întrerupe și becul se va stinge.

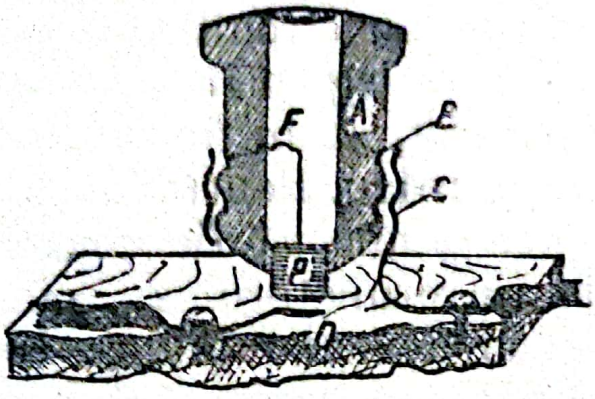


Fig. 152. — Siguranță fuzibilă.

În practică, siguranțele fuzibile sînt alcătuite dintr-un dop de porțelan A (fig. 152) în jurul căruia se află o garnitură metalică cu șurub B. La partea inferioară a dopului de porțelan este un pivot special metalic P. Între garnitura cu șurub și pivotul metalic se află o sîrmă de plumb sau de cupru foarte subțire F. Dopul siguranței se înșurubează la o dulie, astfel că garnitura metalică face contact cu una din borne, iar pivotul, cu cea de-a doua bornă. Curentul electric trecînd prin firul siguranței îl încălzește destul de puțin. Acest fir este astfel calculat ca să suporte un curent de o anumită intensitate. Dacă se produce un scurt-circuit și intensitatea curentului trece peste limita calculată, sîrma de plumb se topește și curentul se întrerupe. Ca să stabilim din nou curentul, trebuie să înlocuim firul topit al siguranței. Bineînțeles, înlocuirea firului de la siguranță trebuie făcută numai după ce s-a cercetat și reparat defectul care a dus la topirea ei.

Scanned with CamScanner

La înlocuirea firului de la siguranță trebuie să avem grijă ca firul de plumb sau de cupru să fie foarte subțire. Nu este îngăduit să se folosească fire groase, deoarece acestea nu se topesc atunci cînd trebuie și pun în pericol toată instalația, putînd provoca incendii.

În mod normal instalația electrică din fiecare cameră trebuie să aibă siguranțe corespunzătoare. Cînd siguranța unei camere s-a topit, curentul se întrerupe numai în instalația acelei camere, nu și în celelalte. Toate siguranțele sînt instalate pe o placă de marmură formînd *tabloul de siguranță*.

Arcul electric. Arcul electric este cel mai puternic izvor de lumină și căldură obținut cu ajutorul curentului.

Experiență. Luăm doi cărbuni de retortă ascuțiți la capete ca niște creioane și susținuți cu ajutorul unor suporturi izolate. Punem unul din cărbuni în legătură cu polul pozitiv al unei surse de curent, iar pe celălalt, în legătură cu polul negativ (fig. 153). Este nevoie în acest caz să folosim o sursă de curent cu tensiunea de 40/50 V și care să poată da curent cu intensitate mare. Dacă apropiem cei doi cărbuni, în locul de atingere se dezvoltă multă căldură și vîrfurile cărbunilor se încălzesc la roșu.

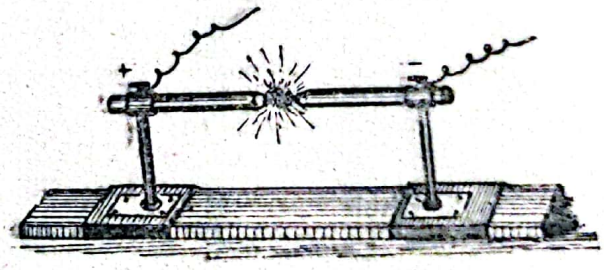


Fig. 153 — Arc electric.

Depărtăm cărbunii cu cîțiva milimetri. Între capetele cărbunilor apare o flacără strălucitoare, la care nu putem privi. Este *arcul electric* sau *arcul voltaic*.

Scanned with CamScanner

Privind printr-o sticlă afumată, arcul voltaic apare ca o flacără în formă de arc, de unde îi vine și numele. Temperatura arcului electric este foarte mare, putînd ajunge la 4000°C.

Explicarea funcționării arcului electric este simplă. Cînd am apropiat cei doi cărbuni, în locul de contact, rezistența este mare și se produce multă căldură. Capetele cărbunilor și în special catodul se încălzesc puternic. Depărtînd cărbunii, aerul dintre ei devine bun conducător de electricitate. Curentul poate trece prin aer și formează arcul electric.

În timpul funcționării arcului, cărbunii se consumă și distanța dintre ei se mărește. După cîtva timp, arcul se stinge, deoarece distanța dintre cărbuni a devenit prea mare. Pentru ca funcționarea arcului să dureze un timp îndelungat este necesar ca distanța dintre cei doi cărbuni să rămînă tot timpul aceeași. Aceasta se obține, fie manevrînd un dispozitiv mecanic, care permite apropierea sau depărtarea lor (fig. 154), fie mai bine cu un regulator special, care funcționează automat.

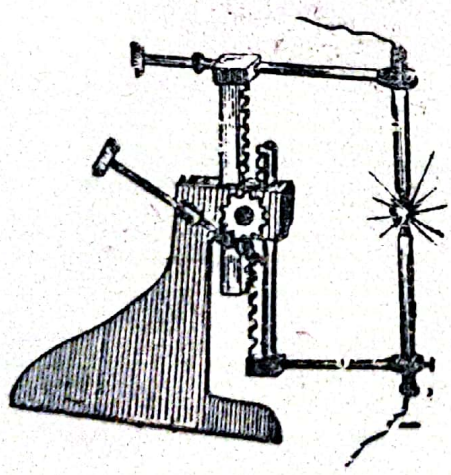


Fig. 154 — Arc electric cu regulator.

Arcul electric se folosește la aparatele de cinematograf sau de proiecție, unde este nevoie de multă lumină. De asemenea, se folosește la faruri, la proiectoare și în special la unele cuptoare electrice, pentru a se obține o temperatură foarte înaltă. În tehnică, încălzirea marnei pentru fabricarea cimentului se face cu ajutorul arcului electric.

Scanned with CamScanner

Descoperirea arcului electric a fost făcută de către savantul rus V. V. Petrov, în anul 1802. În 1876, electrotehnicianul rus P. N. Jablocikov (1847—1894) folosește arcul lui Petrov la iluminat. „Lumînarea electrică" a lui Jablocikov a produs o întreagă revoluție în tehnica iluminatului electric.

Sudura electrică. Arcul electric se poate produce, nu numai între doi cărbuni, ci și între două bucăți de metal. Căldura produsă în acest caz va topi metalele, care vor curge. În acest fel, arcul electric poate fi folosit la sudura (lipirea) metalelor.

Cel mai simplu mijloc de sudură electrică este cel descoperit de inginerul rus N.G. Slaveanov, în anul 1890. Se leagă piesele de sudat la polul negativ al sursei de curent (fig. 155). Polul pozitiv se leagă la o vergea metalică, numită *electrod metalic*, făcută dintr-un aliaj special. Cu un clește special, care are mînerele izolate, se apropie capătul vergelei de piesa de sudat. Între capătul vergelei și piesă se formează un arc electric, a cărui căldură topește vergeaua. Topitura curge și lipește piesele de sudat.

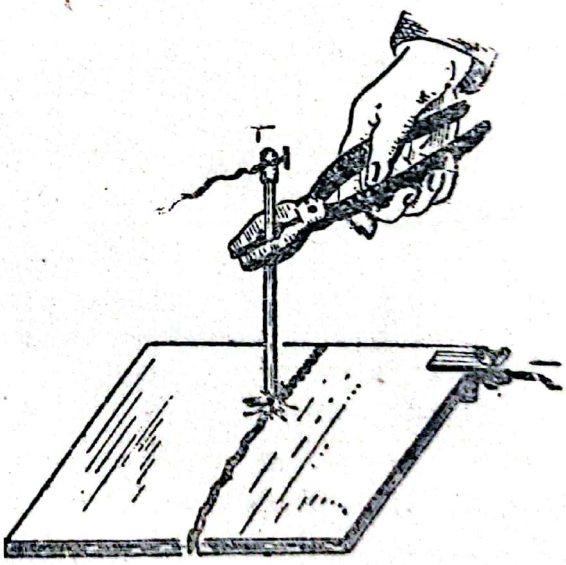


Fig. 155 — Sudură electrică.

Mai există și un al doilea fel de sudură electrică. Acesta se aplică în special la piesele mai mici

Scanned with CamScanner

sau făcute din tablă. Cele două piese pe care vrem să le lipim se leagă fiecare la cîte un pol al sursei de curent, apoi se apropie pînă se ating. În locurile de contact, rezistența electrică este mare și căldura dezvoltată topește metalul, care lipește cele două piese. De cele mai multe ori piesele sînt presate una asupra alteia, ca lipitura să se facă mai bine.

Sudura electrică are o deosebită importanță în tehnică. Prin sudură se pot reuni piese care au fost construite separat. De asemenea, sudura electrică permite repararea mașinilor uzate, care altfel ar trebui aruncate la fier vechi. Se fac astfel economii însemnate de material și totodată se asigură o rezistență mare pieselor lipite.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce se întîmplă cînd printr-un conductor trece un curent?
2. De ce depinde încălzirea unui conductor cu ajutorul curentului?
3. Cum se poate măsura căldura dezvoltată de un curent?
4. Cum variază căldura dezvoltată de un curent față de intensitatea curentului?
5. Cum variază căldura dezvoltată de curent față de timpul cît trece curentul?
6. Cum variază căldura dezvoltată de curent față de rezistența conductorului?
7. Arătați cîteva aparate bazate pe efectul termic al curentului.
8. Cum este făcut fierul electric de călcat?
9. Ce este și ce rol are rezistența fierului de călcat?
10. Cum este făcut ciocanul electric de lipit?
11. De ce la soba electrică se folosește șamotă sau porțelanul poros?
12. Cum este făcut fierbătorul electric?

Scanned with CamScanner

13. Ce este becul electric și care sînt părțile lui principale?
14. De ce filamentul becului se face din wolfram?
15. În ce dispozitiv se montează becul?
16. Ce se întîmplă cu un bec care este pus la o tensiune mai mare decît cea scrisă pe el?
17. Cum luminează un bec pus la o tensiune mai mică decît cea scrisă pe el?
18. Cine a inventat becul electric?
19. La ce folosesc siguranțele?
20. De ce un scurt-circuit poate produce incendii?
21. Cum sînt făcute siguranțele fuzibile?
22. Cum se face întreruperea automată a curentului prin siguranțe fuzibile?
23. Ce este arcul electric și la ce folosește?
24. Cum se produce arcul electric?
25. Ce temperatură atinge arcul electric?
26. Ce este sudura electrică?
27. În cîte feluri se poate face o sudură electrică?
28. Ce importanță practică are sudura electrică?

PROBLEME

1. Două sîrme de același diametru și de aceeași lungime sînt legate în serie într-un circuit. Una din sîrme este de cupru, iar cealaltă de fier. Care din sîrme se va încălzi mai mult și pentru ce?

2. Un fir de nichelină are rezistența de 10 ohmi. Prin acest fir trece un curent cu intensitatea de 2 A. Cîtă căldură se dezvoltă în timp de 1 s?

Răspuns: 9,6 cal.

3. Un fierbător electric are rezistența de 25 ohmi. Prin această rezistență trece un curent cu intensitatea de 4,4 A. Ce căldură se dezvoltă în timp de 10 min.?

Răspuns: 69 696 cal.

4. Un fier de călcat are rezistența de 20 ohmi. Prin el trece un curent cu intensitatea de 5,5 A. Cîtă căldură se dezvoltă în timp de o oră?

Răspuns: 522 720 cal.

Scanned with CamScanner

LUCRAREA DE LABORATOR NR. 4

Determinarea puterii curentului consumat de un bec electric în timpul arderii.

Am văzut că puterea unui bec reprezintă energia consumată de acel bec în timp de o secundă. Formula care dă puterea unui receptor este:

$$P = I \cdot U.$$

În consecință, pentru a măsura puterea consumată de un aparat electric oarecare va trebui să măsurăm intensitatea și tensiunea curentului. Produsul dintre intensitate și tensiune ne va da puterea consumată de acel aparat.

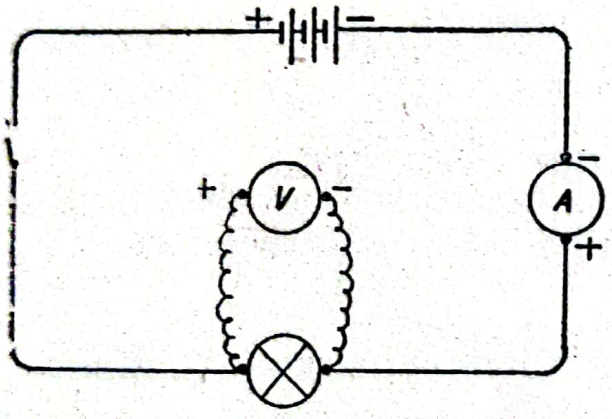


Fig. 156 — Măsurarea puterii unui bec.

Pentru a măsura puterea consumată de un bec, avem nevoie de următoarele materiale: un acumulator de 6 V, un bec mic de mașină sau de motocicletă de 6 V, cu dulia lui, un ampermetru, un voltmetru și un întrerupător.

Realizăm montajul din figura 156. Ampermetrul este legat în serie, iar voltmetrul este legat în paralel.

Închidem întrerupătorul și citim indicațiile ampermetrului și voltmetrului.

Produsul acestor două mărimi dă puterea consumată de bec în waţi.

De exemplu, dacă tensiunea a fost de 5 V, iar intensitatea de 1,2 A, puterea este:

$$P = 5 \times 1{,}2 = 6 \text{ W}.$$

EFECTUL CHIMIC AL CURENTULUI

Electroliza. Electroliza apei. Curentul electric poate trece cu ușurință prin metale, deoarece acestea sînt bune conducătoare de electricitate. Tot

Scanned with CamScanner

bune conducătoare de electricitate sînt și soluțiile de săruri, de acizi și de baze. Totuși, trecerea curentului prin soluții se deosebește de trecerea curentului prin metale.

Experiență. Luăm un vas de sticlă prin fundul căruia trec două plăci mici metalice din platină, puse în legătură cu două șuruburi care formează bornele (fig. 157). Aparatul acesta se numește *voltametru* sau *baie electrolitică* și servește pentru studiul trecerii curentului electric prin lichide. Cele două plăci metalice formează *electrozii voltametrului*. Unele voltametre au electrozii formați din două bastoane de cărbune.

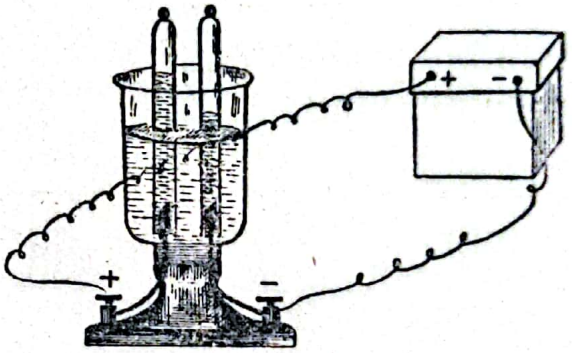


Fig. 157 — Electroliza apei.

Punem în voltametru apă, în care am turnat puțin acid sulfuric. Apa pură este rea conducătoare de electricitate și pentru a o face bună conducătoare o acidulăm. Deasupra electrozilor așezăm două eprubete cu gura în jos, umplute tot cu apă acidulată cu acid sulfuric.

Legăm bornele voltametrului cu polii unei baterii de elemente sau ai unui acumulator. Electrodul legat cu polul pozitiv se va numi *electrod pozitiv* sau *anod*, iar cel legat cu polul negativ, electrod *negativ* sau *catod*.

După cîtva timp se observă că în jurul electrozilor se formează bășicuțe gazoase, care se desprind și se ridică în eprubete. În partea superioară a eprubetelor se adună gaze și nivelul apei în eprubete coboară. În eprubeta aflată deasupra cato-

Scanned with CamScanner

dului se adună o cantitate de gaz de două ori mai mare decît deasupra anodului.

Astupăm cu degetul mare gura eprubetei, aflată deasupra anodului, și o întoarcem cu gura în sus. Ridicăm degetul și introducem prin gura eprubetei un băț aprins care arde fără flacără. Bățul se aprinde cu flacără și arde foarte viu. Înseamnă că în această eprubetă se află *oxigen*.

Ridicăm în același fel și eprubeta aflată deasupra catodului, dar o ținem cu gura în jos. Apropiind de gura acestei eprubete un chibrit aprins, gazul din ea se aprinde și arde cu o flacără slabă, aproape invizibilă. Dacă în eprubetă a pătruns și ceva aer, se aude o slabă pocnitură. Gazul aflat în această eprubetă este *hidrogenul*.

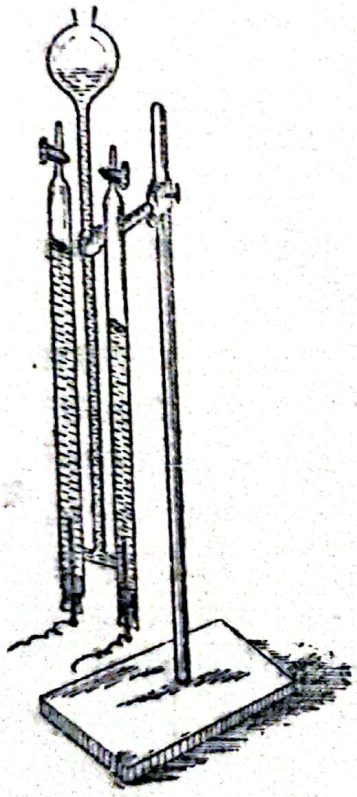


Fig. 158 — Voltametrul Hoffmann.

Experiența arată că, atunci cînd curentul electric trece prin apă acidulată cu acid sulfuric, apa se descompune într-un volum de oxigen și două volume de hidrogen. Oxigenul merge la anod, iar hidrogenul la catod.

Descompunerea unei substanțe cu ajutorul curentului electric se numește electroliză.

În această experiență s-a făcut electroliza apei.

Un voltametru mai practic pentru electroliza apei este cel din figura 158, făcut de fizicianul german Hoffmann.

Electroliza sulfatului de cupru. *Experiență.* Luăm un vas de sticlă în care punem o soluție de

Scanned with CamScanner

sulfat de cupru (piatră vînătă). Deasupra vasului așezăm două vergele de sticlă, de care atîrnăm, cu ajutorul unor sîrme, două bastoane de cărbune, dintre acelea care se folosesc la bateriile de buzunar (fig. 159). Unul din bastoanele de cărbune îl punem în legătură cu polul pozitiv al unui acumulator, iar celălalt, cu polul negativ. Am obținut astfel o baie electrolitică, avînd ca electrozi cei doi cărbuni.

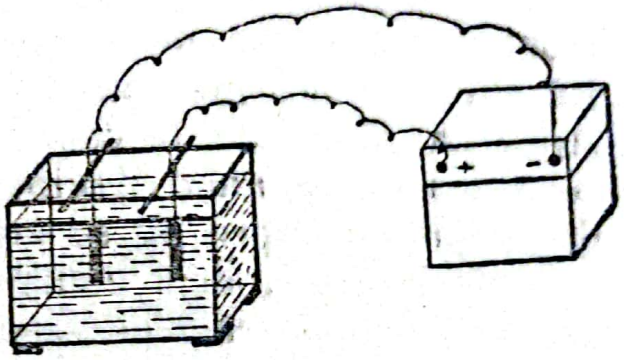


Fig. 159 — Electroliza sulfatului de cupru.

Lăsăm să treacă mai mult timp curentul electric. Vom observa că electrodul negativ se acoperă cu un strat roșiatic de cupru. Am făcut *electroliza sulfatului de cupru*. Cu cît curentul trece mai mult timp, cu atît grosimea stratului de cupru depus pe catod devine mai mare. În timpul electrolizei, mai ales cînd aceasta durează mult timp, se observă că soluția de sulfat de cupru se decolorează. Aceasta arată că din soluție dispare sulfatul de cupru, deoarece el s-a descompus.

Dacă în locul soluției de sulfat de cupru am fi făcut electroliza unei soluții de sare de argint, de aur, sau de nichel, pe catod s-ar fi depus un strat din metalul respectiv (argint, aur sau nichel).

De la chimie se știe că o sare este formată dintr-un metal și un rest de la acid. *În electroliza*

Scanned with CamScanner

sărurilor metalul se depune totdeauna la catod, în timp ce restul acid merge la anod, unde sau se depune pe anod sau reacționează cu metalul anodului, ori cu apa, după caz.

Experiență. Luăm o baie electrolitică în care am pus soluția de sulfat de cupru. Ca electrozi introducem două plăci subțiri de cupru. Lăsăm să treacă mai mult timp curentul. Se constată că placa de la catod se îngroașă, în timp ce placa de la anod devine mai subțire. Soluția de sulfat de cupru nu se mai decolorează în timpul electrolizei, deci cantitatea de sulfat de cupru din soluție rămîne aceeași. În acest caz, datorită reacțiilor chimice care au loc, fenomenul apare ca și cum atomii de cupru de la anod ar fi transportați de curentul electric și depuși la catod.

Prin electroliză, substanțele aflate în soluție se descompun. Pentru aceasta electroliza se folosește în chimie la prepararea multor substanțe. Oxigenul și hidrogenul se pot prepara prin electroliza apei. Metalele ușoare cum sînt natriul (sodiul), kaliul (potasiul), aluminiul și altele se prepară tot prin electroliză, dar nu a sărurilor aflate în soluție, ci a sărurilor în stare topită.

Aplicațiile electrolizei. Galvanizarea. Electroliza are numeroase aplicații în tehnică. Prin electroliză apa se descompune în hidrogen și oxigen. Așa se prepară oxigenul foarte pur necesar bolnavilor grav. În industrie, prin electroliză se obține aluminiul, un metal ușor, întrebuințat la fabricarea scheletelor de avion și a vaselor de bucătărie.

Scanned with CamScanner

Obiectele făcute din fier ruginesc cu timpul, se distrug și capătă un aspect urît. De asemenea, cele făcute din alamă sau alte aliaje se coclesc schimbîndu-și aspectul. Sînt însă metale, ca: nichelul, cromul, argintul și altele, care la aer nu-și pierd strălucirea. Acestea sînt însă metale scumpe și de aceea nu pot fi folosite la fabricarea diferitelor instrumente. Este mult mai practic să se facă obiectele din fier, alamă sau alte metale ieftine și să se acopere cu un strat de metal mai rezistent, care își păstrează luciul. Acoperirea obiectelor cu un astfel de strat de metal se poate face prin electroliză și se numește *galvanizare*. Obiectele, făcute din metale mai puțin rezistente la agenții atmosferici, se nichelează, se cromează, se argintează sau se auresc prin galvanizare.

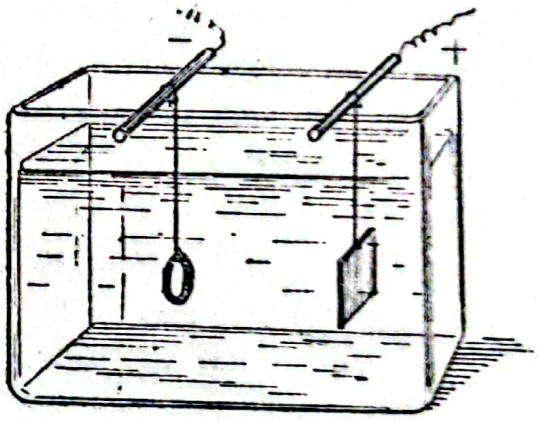


Fig. 160 — Galvanizarea.

Pentru a acoperi un obiect cu un metal, prin galvanizare, se ia o baie electrolitică în care se pune soluția unei sări a metalului cu care dorim să acoperim acel obiect (fig. 160). De exemplu, dacă vrem să nichelăm un obiect, în baia electrolitică se pune o soluție de sulfat de nichel. În această soluție se atîrnă obiectul respectiv cu o sîrmă pusă în legătură cu polul negativ al sursei de curent. Ca electrod pozitiv se folosește o placă de nichel pur. În timpul trecerii curentului, nichelul de la anod trece în soluție și se depune pe

Scanned with CamScanner

obiect (catod). Obiectul se acoperă astfel cu un strat de metal strălucitor.

Nichelarea, cromarea sau argintarea obiectelor se face, atît în scopul de a le da un aspect frumos, cît și pentru a le face mai rezistențe la agenții atmosferici. Uneori, nichelarea se impune prin întrebuințarea care se dă obiectului. De exemplu, instrumentele medicale trebuie să fie nichelate, deoarece locurile ruginite formează adevărate focare de infecție. Pensetele, bisturiile, foarfecele etc., folosite de medici, dacă n-ar fi nichelate sau cromate, nu s-ar putea curăți bine și nici steriliza. De asemenea, oglinzile farurilor de automobile trebuie să fie nichelate sau argintate, pentru a reflecta mai bine lumina.

Cu ajutorul electrolizei se pot chiar reproduce unele obiecte. Sînt cazuri cînd este nevoie să se reproducă în metal o medalie. Operația se face prin electroliză și se numește *galvanoplastie*.

Pentru reproducerea unei medalii trebuie întîi să-i luăm tiparul în ceară sau gutapercă. În acest scop înmuiem ceara în apă caldă, apoi o apăsăm pe medalie și o lăsăm să se răcească. Ceara se întărește și o putem desprinde ușor de pe medalie. Am obținut astfel tiparul medaliei în ceară, numit *matriță*. Dar ceara este rea conducătoare de electricitate. Pentru ca matrița să devină bună conducătoare de electricitate, o ungem cu plombagină. O introducem apoi într-o baie electrolitică cu soluție, de exemplu, de sulfat de cupru, suspendînd-o cu o sîrmă de cupru. În aceeași soluție mai suspendăm o placă de cupru. Tiparul de ceară se leagă cu polul negativ al unei baterii

Scanned with CamScanner

de elemente, iar placa de cupru, cu polul pozitiv. Curentul electric descompune sulfatul de cupru și cuprul se depune la catod pe matrița de ceară. Lăsăm curentul să treacă pînă ce grosimea stratului de cupru depus atinge 1—2 milimetri. Scoatem apoi matrița și dezlipim stratul de ceară. Se obține o medalie la fel cu cea de pe care s-a luat tiparul.

Galvanoplastia a fost inventată de către savantul rus B. S. Iakobi (1801 — 1874). În prezent, prin galvanoplastie se fabrică matrițele pentru discurile de patefon după plăci făcute în ceară.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este voltametrul și la ce servește?
2. Ce sînt electrozii voltametrului?
3. Cum se numesc electrozii voltametrului?
4. Ce se întîmplă cînd trecem un curent electric prin apă acidulată cu acid sulfuric?
5. Ce este electroliza?
6. În electroliza apei ce gaze se dezvoltă? Care din ele se dezvoltă la catod și care la anod?
7. Ce se întîmplă cînd curentul electric trece printr-o soluție de sulfat de cupru?
8. Unde se depune metalul în electroliză?
9. Ce se întîmplă cînd facem electroliza unei soluții de sulfat de cupru, cu anodul și catodul de cupru?
10. Ce metale se prepară prin electroliză?
11. Cum se prepară oxigenul foarte pur?
12. Ce este galvanizarea?
13. Cum se face nichelarea obiectelor? Dar argintarea?
14. De ce se nichelează sau se cromează obiectele?
15. Ce este galvanoplastia?
16. Ce este o matriță?
17. Cine a inventat galvanoplastia?

Scanned with CamScanner

Magneți. În minele de fier se găsește un minereu de culoare neagră, numit *magnetit*, care are proprietatea de a atrage bucățile de fier. Numele îi vine de la faptul că zăcăminte mari din acest minereu se găsesc lîngă localitatea *Magnezia* din Asia Mică. Acest minereu are proprietăți magnetice, comportîndu-se ca un *magnet*. El este un *magnet natural*.

Numim magnet un corp care are proprietatea de a atrage bucățile de fier.

Experiență. Se ia o bară de oțel care se introduce într-un mosor de lemn. Pe acesta se înfășoară de mai multe ori o sîrmă de cupru subțire și izolată. Se obține astfel o *bobină* cu un miez de oțel (fig. 161). Legînd capetele sîrmei la polii unui acumulator, facem ca prin sîrma bobinei să treacă un curent electric un timp mai îndelungat. Întrerupem apoi curentul și scoatem bara de oțel din interiorul bobinei. Dacă o apropiem de o peniță, un ac, o cheie sau alt obiect de fier, se constată că le atrage. Oțelul a devenit magnet. Bucățile de oțel pe care le magnetizăm cu ajutorul curentului sînt *magneți artificiali*. Magneții atrag numai obiectele de fier, de nichel, de cobalt și din anumite aliaje magnetice speciale.

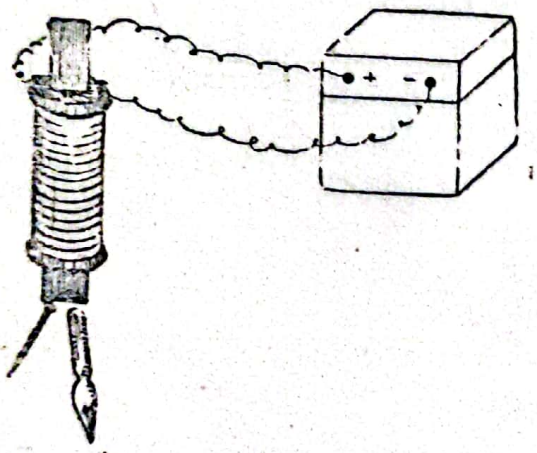


Fig. 161 — Magnetizarea prin curenți.

Scanned with CamScanner

Asemenea metale, care sînt atrase de magneți, se numesc *metale magnetice*. Fierul, nichelul și cobaltul sînt metale magnetice. *Prin magnetism se înțelege proprietatea de a atrage metalele magnetice.*

Magneții artificiali au diferite forme. Obișnuit, se fac magneții în formă de bară dreaptă, în formă de *U*, în formă de *V* etc. (fig. 162).

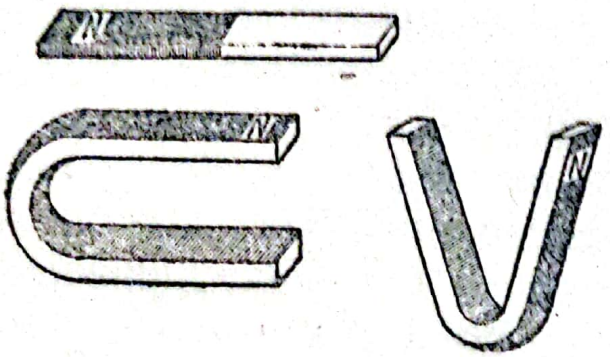


Fig. 162 — Diferite forme de magneți.

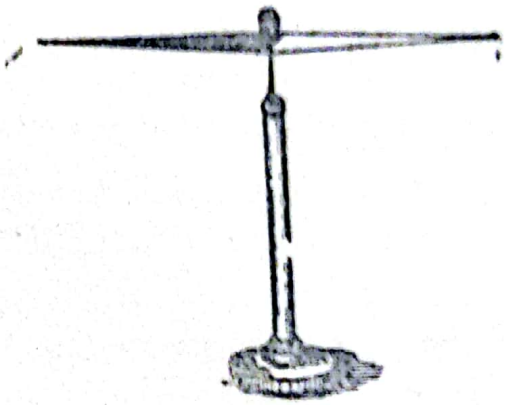


Fig. 163 — Acul magnetic.

Acul magnetic (fig. 163) este un magnet în formă de romb foarte ascuțit, jumătate fiind de culoare neagră și jumătate de culoare albă. La mijloc, acul magnetic are o garnitură metalică, prevăzută cu o scobitură. Dacă sprijinim acul magnetic pe un vîrf ascuțit vertical așezat chiar în scobitura garniturii, acul stă în echilibru și se poate roti într-un plan orizontal. Acele magnetice sînt folosite în experiențele asupra magnetismului.

Experiență. Tăvălim un magnet prin pilitură de fier. Cînd îl ridicăm se constată că pilitura de fier este atrasă mai mult la capetele

Scanned with CamScanner

magnetului. Regiunea de la mijloc nu atrage pilitura de fier (fig. 164).

Capetele magnetului la care se manifestă atracția pilițurii de fier se numesc *polii magnetului*.

Fig. 164—Pilitura de fier atrasă de magnet.

Regiunea de la mijloc, unde nu se manifestă atracția, se numește zonă *neutră*.

Experiență. Suspendăm un ac magnetic pe un vîrf ascuțit, astfel ca să se poată mișca într-un plan orizontal. Lăsîndu-l liber, acul magnetic se va mișca de cîteva ori într-o parte și alta, apoi se va opri în direcția nord-sud. Dacă-l deplasăm din această poziție, el revine, după cîteva oscilații, la aceeași poziție nord-sud.

Putem repeta experiența și cu o bară magnetică pe care o atîrnăm de mijlocul ei cu o ață (fig. 165). Totdeauna magnetul se va orienta cu un pol în direcția nordului pămîntesc, iar cu celălalt pol, în direcția sudului pămîntesc.

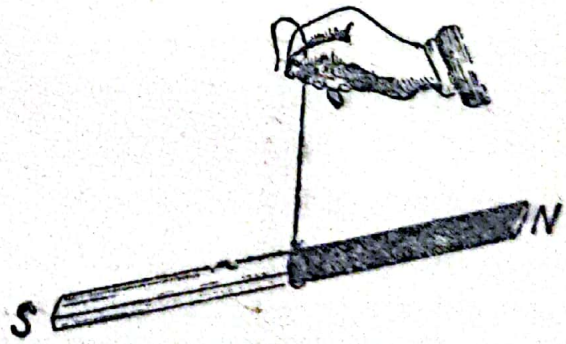


Fig. 165 — Orientarea unui magnet în direcția N—S.

Capătul magnetului care se îndreaptă spre polul nord al Pămîntului se numește *pol nord*. Capătul celălalt al magnetului care se îndreaptă spre polul sud al Pămîntului se numește *polul sud*.

Tăiem un magnet în două. Se constată că cele două bucăți au devenit fiecare cîte un magnet. Aceste două bucăți atrag pilitura numai la capete.

Scanned with CamScanner

Dacă le suspendăm, ele se orientează în direcția nord-sud. Dacă vom tăia fiecare din cele două bucăți în două, vom obține patru magneți. În locul unde am tăiat magnetul se formează polii de nume diferit, după cum se vede în figura 166.

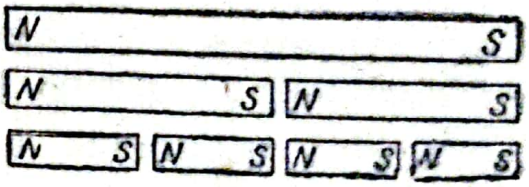


Fig. 166 — Formarea de noi magneți.

Înseamnă că orice magnet are doi poli oricît de mare sau oricît de mic ar fi. Prin tăiere polii unui magnet nu se pot separa unul de celălalt, adică niciodată nu putem obține un magnet care să aibă numai polul nord sau numai polul sud.

Acțiunea reciprocă dintre polii magnetici. De polul sud al unui ac magnetic apropiem polul

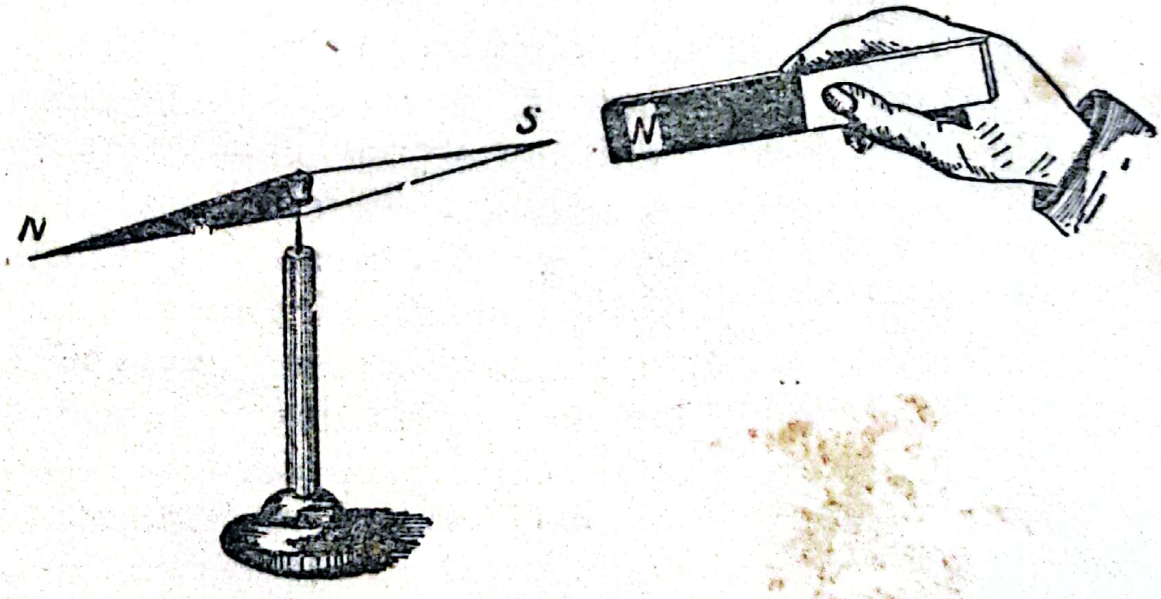


Fig. 167 — Acțiunea magnetică dintre polii magnetului.

nord al unui magnet (fig. 167). Constatăm că polul nord al magnetului atrage polul sud al acului magnetic și, mișcînd magnetul la dreapta sau la stînga, acul magnetic îl urmează. Același lucru

Scanned with CamScanner

se întîmplă dacă de polul nord al acului magnetic apropiem polul sud al magnetului. *Rezultă că polii magnetici de nume contrar se atrag între ei.*

De polul nord al acului magnetic apropiem acum polul nord al magnetului. Constatăm că cei doi poli se resping și acul se rotește, depărtîndu-se de magnet. La fel se întîmplă dacă de polul sud al acului magnetic apropiem polul sud al magnetului. *Polii magnetici de același nume se resping.*

Între polii magnetici se exercită forțe de atracție sau de respingere. *Polii magnetici de același nume se resping, iar cei de nume contrar se atrag.*

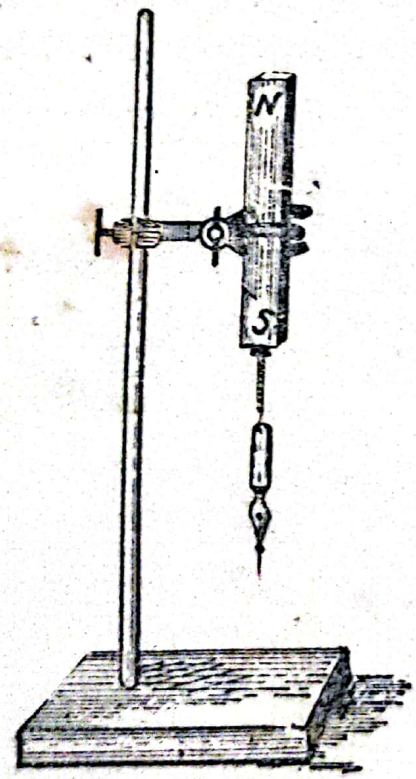


Fig. 168 — Magnetizarea prin influență.

Magnetizare. *Experiență.* Luăm un magnet ceva mai puternic și-l apropiem de un cui de fier (fig. 168). Cuiul este atras și se lipește de magnet. De cui apropiem o peniță, iar de peniță un ac cu gămălie. Se constată că și acestea sînt atrase și rămîn lipite una de alta.

Experiența ne arată că o bucată de fier devine magnet cînd este apropiată de un magnet. Cuiul apropiat de magnet a devenit magnet și a atras penița, care, la rîndul ei, a devenit și ea magnet și a atras acul.

Dacă depărtăm cuiul de magnet, penița și acul vor cădea, deoarece cuiul de fier își pierde magnetismul.

Scanned with CamScanner

Magnetizarea aceasta, prin simplă apropiere a unei bucăți de fier de un magnet, se numește *magnetizare prin influență*.

Deosebirea dintre fier moale și oțel. Fierul poate fi lucrat cu ciocanul chiar la rece și de aceea se mai numește și *fier moale*. Dacă fierul moale conține ceva mai mult cărbune, devine oțel. Spre deosebire de fierul moale, oțelul se călește cînd e încălzit la roșu și răcit în apă. Oțelul călit nu poate fi bătut cu ciocanul, căci se sparge.

Experiență. Luăm o bară de fier moale (fier curat) și de capătul ei apropiem un magnet mai puternic. Bara va atrage pilitura de fier, fiindcă s-a magnetizat prin influență. Dacă depărtăm magnetul, bara de fier își pierde magnetismul și pilitura de fier cade.

Înlocuim bara de fier cu una de oțel. Aceasta se magnetizează ceva mai greu prin apropierea magnetului. Cînd depărtăm însă magnetul, bara de oțel nu-și mai pierde magnetismul și pilitura de fier nu cade.

Această experiență arată deosebirea dintre fierul moale și oțel. Fierul moale se magnetizează repede, dar își pierde magnetismul tot atît de repede. Oțelul, dimpotrivă, se magnetizează mai încet, dar își păstrează magnetismul mult timp. De aceea, magneții artificiali (permanenți) se fac din oțel.

Cel mai bun mijloc de a face magneți artificiali (permanenți) este cu ajutorul curentului electric. Totuși o lamă de oțel se poate magnetiza și dacă o frecăm cu un magnet. Pentru aceasta, așezăm lama de oțel orizontal și plimbăm pe ea polul unui

Scanned with CamScanner

magnet de la mijloc spre margini (fig. 169). Trebuie să mișcăm magnetul totdeauna de la mijloc către margini, adică în același sens. O lamă de

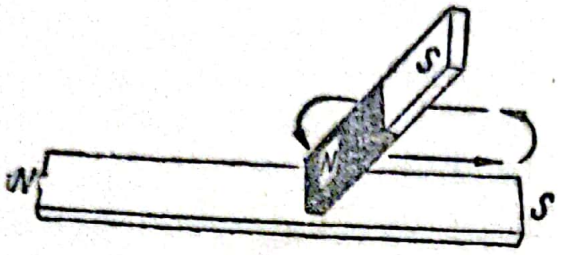


Fig. 169—Magnetizarea unei bucăți de oțel.

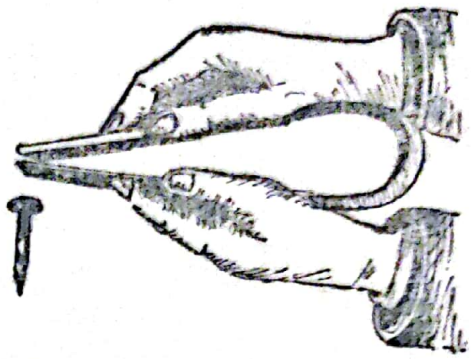


Fig. 170—Forțele de atracție ale celor doi poli sînt egale.

briceag pe care o frecăm pe polul unui magnet, ca pe o piatră de ascuțit, se magnetizează prin influență și păstrează magnetismul.

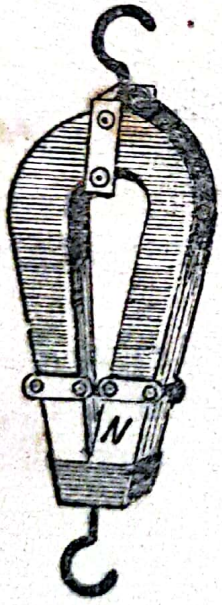


Fig. 171 — Magnet în formă de potcoavă.

Experiență. Magnetizăm prin influență o lamă de oțel mai lungă. Apropiem de un capăt al ei un cui de fier. Acesta va fi atras lipindu-se de capătul lamei magnetizate. Îndoim lama astfel încît polii să vină unul lîngă altul; cuiul cade nemaifiind atras (fig. 170). Depărtînd cei doi poli ai lamei magnetice, cuiul este din nou atras.

Această experiență arată că cei doi poli ai unui magnet au aceeași cantitate de magnetism, dar de sens contrar. Cît este de mare forța de atracție a polului nord, tot atît de mare este și forța de atracție a polului sud. Dacă cei doi poli magnetici sînt alipiți, magnetismul lor se neutralizează.

Scanned with CamScanner

S-a constatat că magneții în formă de *U* sînt mai puternici decît cei în formă de bară (fig. 171); de asemenea, magneții mai subțiri în raport cu masa lor sînt mai puternici decît magneții formați din bare groase. De aceea magneții mari se fac din lame subțiri suprapuse. Cînd e nevoie ca un magnet să fie puternic, se iau mai mulți magneți în formă de *U* și se așază unul lîngă altul cu polii de același nume așezați de aceeași parte.

Cîmp magnetic. *Experiență.* Punem pe o masă un magnet drept și așezăm deasupra lui un carton. Presărăm pe carton puțină pilitură de fier și lovim ușor cartonul cu degetul. Pilitura de fier se așază după niște linii curbe, care pleacă de la un pol al magnetului către celălalt pol (fig. 172).

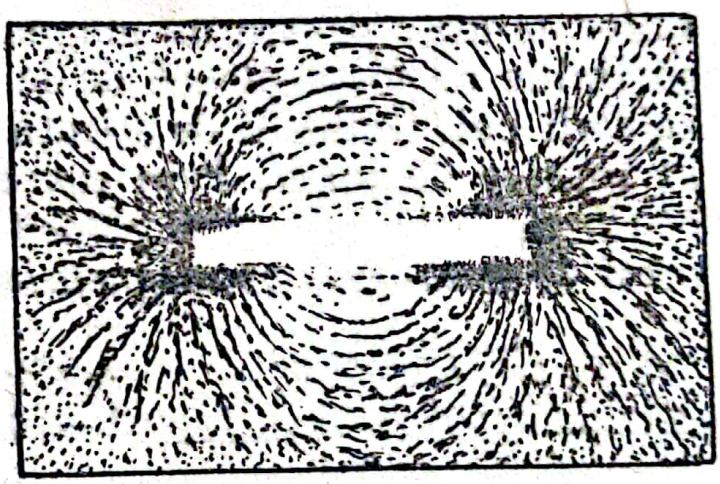


Fig. 172 — Spectrul magnetic.

Liniile, după care se așază pilitura de fier, se numesc linii de forță magnetică.

Pilitura de fier de pe carton se magnetizează prin influență. Fiecare firișor de pilitură devine un mic magnet. Acești mici magneți se orientează după liniile de forță așezîndu-se cu polii de nume contrar față în față;

Imaginea liniilor de forță, obținută cu ajutorul pilituri de fier, se numește spectru magnetic.

Un magnet exercită în jurul său *forțe magnetice* care fac ca pilitura de fier să se așeze după liniile

Scanned with CamScanner

de forță. Cu cît ne depărtăm de magnet, cu atît forțele magnetice devin mai slabe și, de la o oarecare depărtare, nu se mai simt. Înseamnă că spațiul din jurul magnetului capătă anumite proprietăți, astfel că poate transmite forțele magnetice.

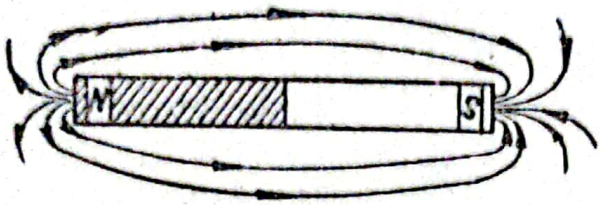


Fig. 173 — Mersul liniilor de forță.

Spațiul din jurul unui magnet, în care se manifestă forțele magnetice, se numește cîmp magnetic.

În cîmpul magnetic se găsesc liniile de forță magnetică. Forma liniilor de forță magnetică diferă după caz. În figura 173 se arată spectrul liniilor de forță pentru un magnet drept. Se observă că liniile de forță pleacă de la un pol și ajung la celălalt pol. Oamenii de știință au stabilit un sens al liniilor de forță. *Prin convenție s-a stabilit că liniile de forță magnetice pleacă de la polul nord și intră în polul sud al magnetului* (fig. 173). Sensul

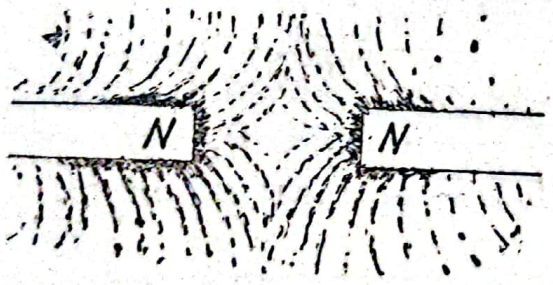


Fig. 174 — Spectrul liniilor de forță dintre polii magnetici de același nume.

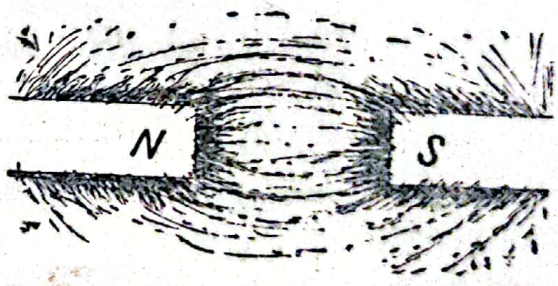


Fig. 175 — Spectrul liniilor de forță dintre poli magnetici de nume contrar.

liniilor de forță magnetică este deci de la polul nord către polul sud, în afara magnetului.

În figura 174 se arată spectrul liniilor de forță dintre doi poli de același nume, iar în figura 175,

Scanned with CamScanner

spectrul liniilor de forță dintre doi poli de nume contrar. După forma liniilor de forță se vede că polii de același nume se resping, iar polii de nume contrar se atrag.

Un caz interesant este acela al magnetului în formă de *U*. La un asemenea magnet, între poli, liniile de forță sînt drepte, paralele (fig. 176).

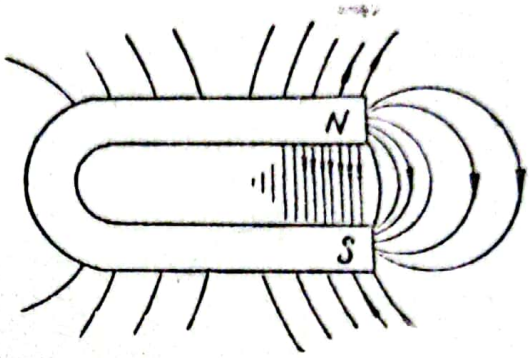


Fig. 176 — Linii de forță din cîmpul magnetic al unui magnet în formă de *U*.

Privind cu atenție un spectru magnetic, se constată că liniile de forță sînt mai dese în apropierea polilor și mai rare cu cît ne depărtăm de poli. Înseamnă că acolo unde liniile de forță sînt mai dese, atracția magnetică este mai puternică. Putem cunoaște deci mărimea forței de atracție a magnetului după desimea liniilor de forță.

Busola. Un ac magnetic așezat pe un vîrf ascuțit se orientează totdeauna în direcția nord-sud. Busola este făcută dintr-un ac magnetic așezat pe un vîrf ascuțit deasupra unui cadran pe care este desenată roza vînturilor, așa cum se vede în figura 177.

Capătul nord al acului magnetic este, de obicei, de culoare neagră, iar capătul sud, de culoare albă.

Busola servește pentru a ne orienta, atît pe mare cît și pe uscat. Cînd folosim busola, trebuie să o așezăm pe o masă orizontală, ca acul magnetic să se poată mișca liber. Rotim apoi cutia busolei pînă ce polul nord al acului magnetic vine în dreptul

Scanned with CamScanner

punctului notat cu *N* (nord) de pe cadran. Atunci celelalte raze ale rozei vînturilor ne arată punctele cardinale.

În apropierea busolei nu trebuie să se găsească bucăți de fier sau alte metale magnetice, fiindcă

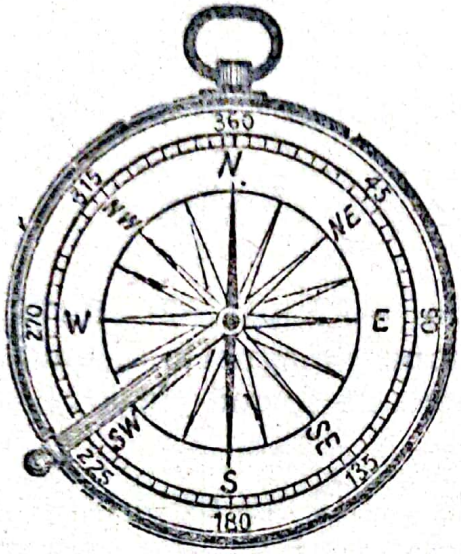


Fig. 177 — Busola.

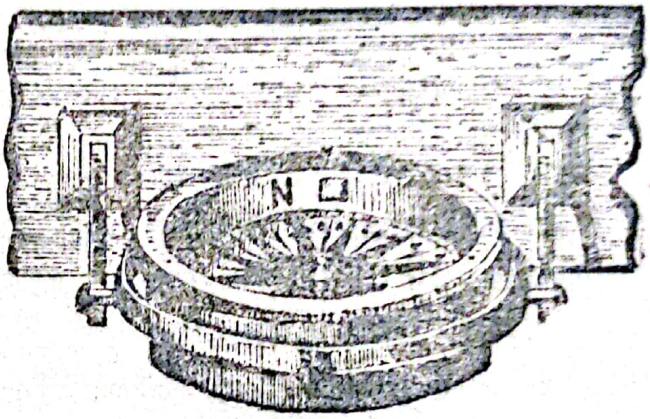


Fig. 178 — Busola marină.

acestea pot influența poziția acului magnetic. De obicei, busola este închisă într-o cutie făcută din metale nemagnetice.

Busola marină (fig. 178) este la fel cu busola obișnuită. Ea are un ac magnetic închis într-o cutie. Busola marină are însă cutia suspendată, astfel că, oricum am întoarce-o, rămîne totdeauna orizontală. Acest fel de suspensie a busolei marine este necesar, deoarece vapoarele se leagănă din cauza valurilor și acul magnetic nu se mai poate mișca într-un plan orizontal. De obicei, la busolele marine cadranul cu roza vînturilor este lipit de acul magnetic și se rotește o dată cu acesta. În acest fel, punctul de pe cadran notat cu *N* se va îndrepta continuu spre nordul pămîntesc.

Scanned with CamScanner

Conducătorul vaporului, știind în ce direcție trebuie să meargă, se orientează după busolă.

Cea dintîi busolă a fost folosită de chinezi acum 4000 de ani. De la poporul chinez busola a fost luată de celelalte popoare. În figura 179 se arată un model de busolă chinezească antică. Mîna întinsă arată sudul.

Fig. 179
Busolă veche chinezească.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este un magnet?
2. De cîte feluri sînt magneții?
3. Care sînt cele mai obișnuite forme de magneți?
4. Ce este un ac magnetic?
5. Care metale sînt atrase de magneți?
6. Ce numim poli magnetici? Dar zonă neutră?
7. Cum se orientează un magnet suspendat la mijloc?
8. Care sînt acțiunile reciproce dintre polii magnetici?
9. Cum se deosebește prin magnetizare fierul moale de oțel?
10. Ce se numește magnetizare prin influență?
11. Cum putem magnetiza o bară de oțel cu ajutorul unui curent?
12. Cum se magnetizează o lamă de oțel cu un magnet?
13. Cum sînt forțele de atracție la cei doi poli ai unui magnet?
14. Care magneți sînt mai puternici, cei drepți sau cei în formă de *U*?
15. Ce numim cîmp magnetic?
16. Ce sînt liniile de forță magnetică?
17. Care este sensul liniilor de forță magnetică?
18. Cum putem face să se vadă liniile de forță magnetică?
19. Ce este spectrul magnetic?
20. Ce este busola și cum este alcătuită?
21. Cum este făcută busola marină?

Scanned with CamScanner

PROBLEME-ÎNTREBĂRI

1. Fixăm două ace magnetice egale cu polii de nume contrar față în față, cum se vede în figura 180, și apoi le atîrnăm cu o ață. Cum se va orienta acest dispozitiv?

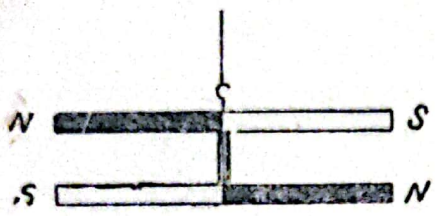


Fig. 180.

2. De ce în apropierea zăcămintelor mari de minereuri de fier, busola nu mai poate fi folosită?

3. Presupunem că sîntem chiar în punctul de pe suprafața pămîntului care este polul nord magnetic. În acest punct busola poate fi folosită sau nu, și pentru care motive?

4. Care va fi poziția acului magnetic la polul Nord? Dar la polul Sud?

CÎMPUL MAGNETIC AL CURENTULUI

Acțiunea curentului asupra acului magnetic. *Experiență.* Așezăm un ac magnetic pe un vîrf ascuțit. După cum se știe, acul magnetic se va

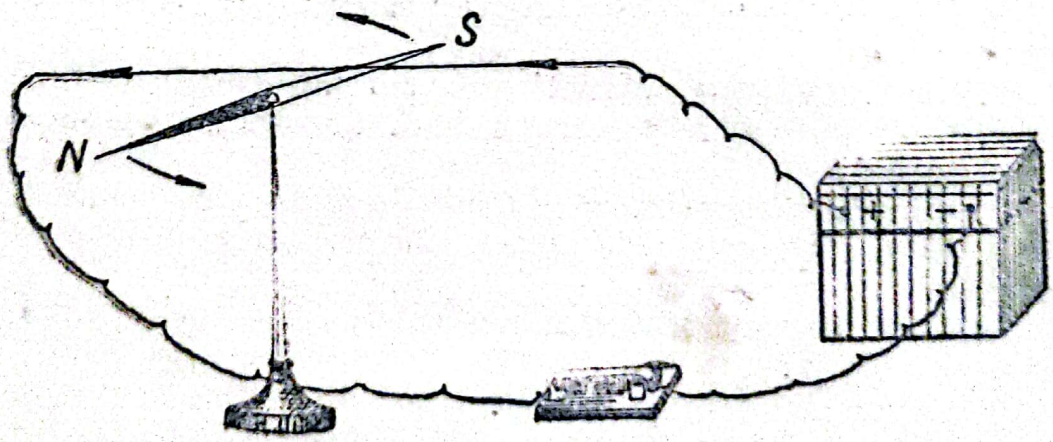


Fig. 181 — Acțiunea curentului asupra acului magnetic.

orienta în direcția nord-sud. Paralel cu acul magnetic așezăm o sîrmă de cupru, pusă în legătură cu o sursă de curent și cu un întrerupător (fig. 181).

Scanned with CamScanner

Atît timp cît întrerupătorul este deschis și prin sîrmă nu trece curent, acul magnetic rămîne nemișcat. În momentul în care închidem circuitul și prin sîrmă trece un curent, se observă că acul magnetic este deviat și tinde să se așeze perpendicular pe direcția curentului. Întrerupînd din nou curentul, acul magnetic revine la poziția lui inițială, în direcția nord-sud.

Faptul că acul magnetic este deviat de un curent arată că în *jurul curentului se formează un cîmp magnetic*.

Cînd așezăm firul prin care trece curentul electric deasupra acului magnetic acesta deviază într-un anumit sens. Dacă așezăm firul dedesubt, acul magnetic deviază în sens contrar. De asemenea, dacă lăsăm neschimbată poziția circuitului față de magnet, dar schimbăm sensul curentului, se schimbă și devierea acului magnetic. Înseamnă că devierea acului magnetic depinde, atît de poziția magnetului față de curent, cît și de sensul curentului.

Pentru a afla sensul în care este deviat acul magnetic de către un curent electric, procedăm în felul următor: așezăm acul magnetic sub fir și orientăm firul în direcția nord-sud indicată de acul magnetic; ținem mîna dreaptă cu palma în jos spre acul magnetic și cu degetele întinse în sensul curentului, apoi depărtăm degetul mare (fig. 182); în acest caz degetul mare ne arată sensul în care deviază polul nord al magnetului.

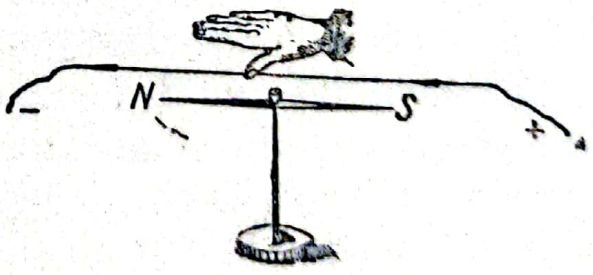


Fig. 182—Regula mîinii drepte.

Scanned with CamScanner

Experiența arată că acul magnetic este deviat de curentul electric, cu un unghi cu atît mai mare, cu cît intensitatea curentului este mai mare.

Cîmpul magnetic al curentului. Devierea acului magnetic de către un curent arată că în jurul curentului se formează un cîmp magnetic. La magnetism s-a arătat că în cîmpul magnetic se găsesc linii de forță magnetică. Înseamnă că și în jurul unui curent electric trebuie să existe linii de forță magnetică.

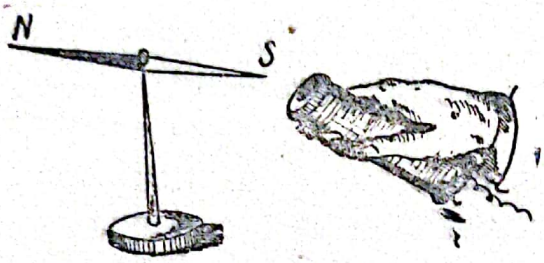


Fig. 183 — Bobina atrage polul magnetic.

Experiență. Luăm o bobină din sîrmă izolată, care să aibă un număr mare de spire. Apropiem bobina de un ac magnetic (fig. 183). Se constată că bobina nu are nici o acțiune asupra acului magnetic.

Legînd capetele bobinei la polii unei baterii de elemente, facem ca prin sîrma bobinei să circule un curent. Dacă apropiem acum bobina de acul magnetic, unul din capetele bobinei atrage polul nord al acului magnetic, iar celălalt capăt atrage polul sud. Înseamnă că bobina, prin care trece un curent, a devenit magnet. În adevăr, dacă suspendăm bobina așa ca să se poată mișca ușor într-un plan orizontal, aceasta se va orienta cu un capăt spre nord, iar cu celălalt capăt spre sud.

O bobină de sîrmă izolată, prin care trece un curent electric, capătă proprietăți de magnet. Un capăt al bobinei devine pol nord, iar celălalt capăt, pol sud. O asemenea bobină, se numește *solenoid*.

Scanned with CamScanner

APARATE DE MĂSURAT: GALVANOMETRUL, AMPERMETRUL, VOLTMETRUL

Devierea acului magnetic de către curent poate servi la măsurarea intensității curentului. Cînd așezăm un ac magnetic în apropierea unui curent, pentru ca acul magnetic să fie deviat cu un unghi apreciabil, trebuie ca intensitatea curentului să fie mare. Un asemenea dispozitiv nu este deci sensibil.

Fig. 184 — Cadru dreptunghiular.

Să luăm o sîrmă de cupru ceva mai groasă și să alcătuim din ea un cadru dreptunghiular ca în figura 184. Așezăm acul magnetic în interiorul cadrului. În acest caz, unghiul cu care va fi deviat acul magnetic este mult mai mare. Faptul este explicabil, deoarece de data aceasta efectul este datorit celor 4 fire care formează laturile cadrului. Cu ajutorul regulii mîinii drepte, aplicată la fiecare latură a cadrului, se deduce că acul magnetic este deviat în același sens de toate laturile cadrului. Într-adevăr, din figură se vede că aplicînd regula mîinii drepte, acul magnetic este deviat cu polul nord în fața planului figurii, atît de latura de deasupra acului magnetic, cît și de latura de dedesubt, precum și de cele laterale ale cadrului.

În practică, pentru ca să se obțină o deviere pronunțată a magnetului chiar de curenți foarte slabi, se folosesc așa-numitele *multiplicatoare*. Pe un cadru de lemn (sau alt material), de formă dreptunghiulară, se înfășoară de mai multe ori o sîrmă izolată subțire. Obținem în acest fel o bobină de

formă dreptunghiulară, adică un multiplicator, în interiorul căreia se așază acul magnetic (fig. 185). Cînd prin sîrma cadrului trece un curent, acul magnetic este puternic deviat. Dacă se schimbă sensul curentului, se schimbă și sensul devierii acului.

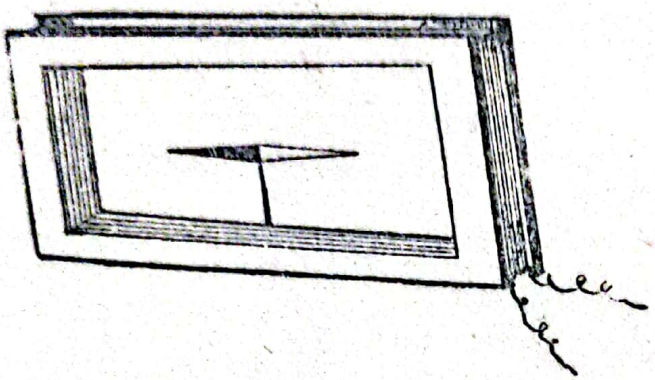


Fig. 185 — Multiplicator.

Numele de multiplicator vine de la faptul că sîrma, înconjurînd de mai multe ori magnetul, acțiunea curentului asupra magnetului devine de atîtea ori mai mare, cîte spire sînt pe cadru. În acest fel, acțiunea curentului se multiplică.

Galvanometrul este un aparat cu ajutorul căruia se poate arăta că printr-un circuit trece un curent electric precum și sensul curentului. Un galvanometru foarte simplu este cel arătat în figura 186 a. Acest aparat este alcătuit dintr-un multiplicator fixat orizontal. Capetele sîrmei multiplicatorului sînt prinse la două șuruburi care formează bornele aparatului. În interiorul multiplicatorului se află un magnet *NS*, susținut pe o axă orizontală. De mijlocul magnetului este prins un șurub pe care se poate deplasa o greutate (fig. 186 b). Această greutate menține magnetul orizontal. Tot de magnet mai este prins un ac indicator, al cărui capăt se plimbă în fața unui cadran gradat. Diviziunea de la mijlocul cadranului este notată cu zero, iar într-o parte și în alta diviziunile sînt notate cu numerele 1, 2, 3, 4,... Cînd curentul

Scanned with CamScanner

trece prin sîrma multiplicatorului, magnetul este deviat și, o dată cu el, și acul indicator. Sensul curentului poate fi dedus după sensul în care se mișcă acul indicator, spre dreapta sau spre stînga. Cu cît curentul care trece prin sîrma multiplicatorului are o intensitate mai mare, cu atît acul este deviat mai mult. Deci acest galvanometru poate arăta și intensitatea curentului.

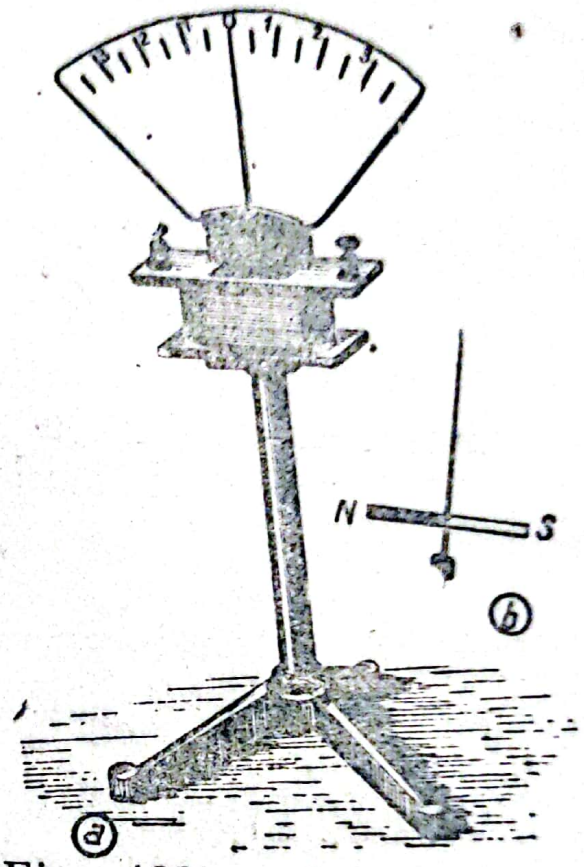


Fig. 186 — Galvanometrul.

Ampermetrul este aparatul cu ajutorul căruia se măsoară intensitatea curentului. Construcția ampermetrului se aseamănă cu a galvanometrului descris mai sus. Cel mai simplu ampermetru este făcut dintr-un magnet permanent, în formă de cerc neînchis complet (fig. 187). În spațiul liber dintre polii magnetului se află un ac de fier în formă de fluture, susținut de o axă în jurul căreia se poate rot . De această axă este fixat un ac indicator, al

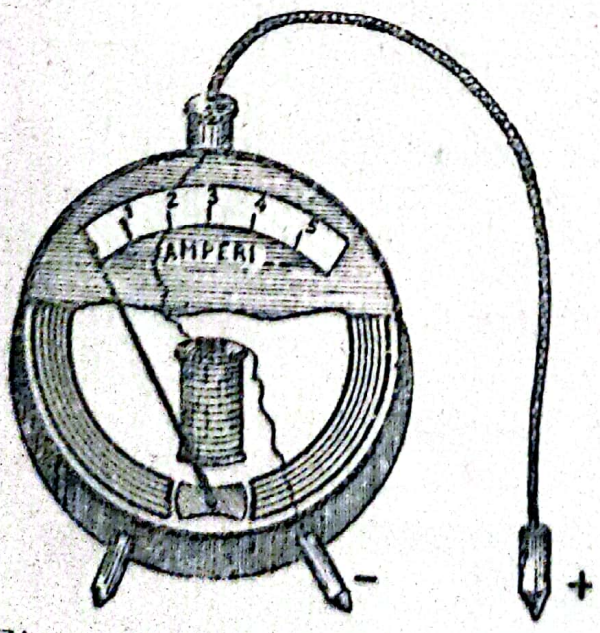


Fig. 187 — Ampermetrul.

Scanned with CamScanner

cărui capăt liber se plimbă prin fața unui cadran gradat. Acul de fier se magnetizează prin influență, devenind magnet. În apropierea acului se află o bobină din sîrmă izolată, prin care trece curentul a cărui intensitate vrem să o măsurăm.

Cînd prin sîrma bobinei trece un curent, bobina devine magnet. Să presupunem că la capătul de jos al bobinei se formează polul nord. Acesta va atrage polul sud al acului și îl va roti cu un unghi oarecare. Cu cît intensitatea curentului este mai mare, cu atît forța de atracție a bobinei devine mai mare și acul se rotește mai mult. O dată cu acul de fier se rotește și acul indicator. Ampermetrul este gradat în amperi și diviziunea în dreptul căreia se oprește acul indicator arată cît de mare este intensitatea curentului care trece prin bobină.

Voltmetrul este aparatul cu ajutorul căruia putem măsura tensiunea curentului. Construcția voltmetrelor este la fel cu a ampermetrelor. Deosebirea constă în aceea că la ampermetru sîrma bobinei este mai groasă, are mai puține spire și deci o rezistență electrică foarte mică, astfel ca, atunci cînd îl legăm în serie într-un circuit, să nu modifice intensitatea curentului. La voltmetru sîrma bobinei este mai subțire, mai lungă și are mai multe spire. Rezistența electrică a unui voltmetru trebuie să fie foarte mare pentru ca prin el să treacă un curent foarte slab și să nu modifice curentul din circuitul a cărui tensiune o măsurăm.

Voltmetrele și ampermetrele sînt astfel construite, ca acul indicator să se poată deplasa numai într-un sens. Un cui oprește deplasarea acului în sens contrar. De aceea, cînd măsurăm cu amperme-

Scanned with CamScanner

trul, curentul trebuie să circule prin bobină într-un singur sens. Voltmetrele și ampermetrele au bornele notate cu semnele + și — care arată felul cum trebuie să fie legate în circuit.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce acțiune are un curent electric asupra unui ac magnetic?
2. Cum este deviat un ac magnetic de un curent?
3. Ce dovedește devierea unui ac magnetic de către un curent?
4. De ce depinde unghiul cu care este deviat un ac magnetic de către un curent?
5. Ce se înțelege prin cîmpul magnetic al unui curent?
6. Ce proprietăți capătă o bobină de sîrmă prin care trece un curent?
7. Ce este un solenoid?
8. De ce deviază mai mult un ac magnetic așezat într-un cadru prin care circulă un curent?
9. Ce este un multiplicator?
10. Ce este un galvanometru?
11. Pe ce fenomen se bazează un galvanometru?
12. Ce este ampermetrul?
13. Cum este construit un ampermetru?
14. Ce este voltmetrul?
15. Ce deosebire este între construcția ampermetrului și a voltmetrului?
16. De ce ampermetrele au bornele notate cu + și — ?

PROBLEME-ÎNTREBĂRI

1. De ce este nevoie ca la galvanometrul descris să se fixeze de mijlocul acului magnetic un șurub cu o greutate?
2. Depinde unghiul de înclinație al acului magnetic de la galvanometrul descris de poziția greutății? De ce?
3. Ținînd seama de felul în care se leagă ampermetrul și voltmetrul, cînd se fac măsurători, de ce este nevoie ca ampermetrul să aibă sîrma bobinei groasă, iar voltmetrul, subțire?

Scanned with CamScanner

LUCRAREA DE LABORATOR NR. 5

Experienţe cu magneţi. Producerea spectrelor magnetice. Pentru efectuarea acestor experienţe avem nevoie de următoarele materiale: magneţi drepţi, magneţi în formă de *U*, ace magnetice cu suport, pilitură de fier, cîteva cartoane subţiri, o sită pentru cernut pilitura, o lamă de oţel, o lamă de fier, cîteva bucăţi de fier, o bucată de cupru, una de zinc, o monedă de argint etc.

Tăvălim un ac magnetic prin pilitură de fier. Aceasta se prinde numai la capete. Explicaţi de ce?

Apropiem un magnet de o bucată de fier, apoi de una de cupru, de una de zinc, de o monedă de argint. Să se observe care metale sînt atrase şi care nu.

Suspendăm un ac magnetic pe suportul unui vîrf ascuţit. Dacă-i dăm drumul, acul magnetic se va orienta în direcţia nord-sud. Atîrnăm magnetul drept cu o aţă de la mijloc şi o ţinem cu mîna. Magnetul se va orienta tot în direcţia nord-sud.

Apropiem de polul nord al unui ac magnetic capătul unui magnet drept. Acul magnetic va fi atras sau respins. Răspundeţi în ce caz acul magnetic va fi atras şi în ce caz va fi respins?

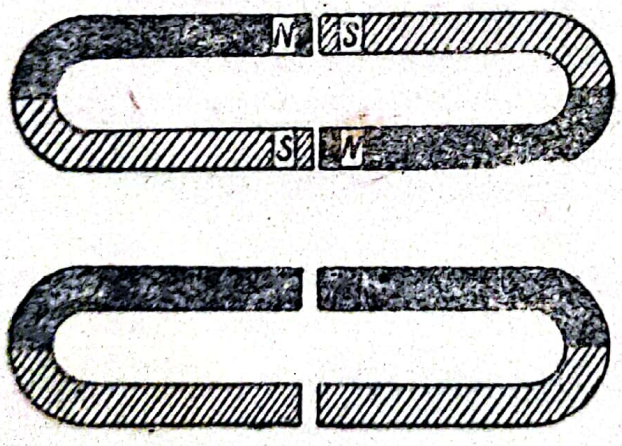


Fig. 188 — Acţiunea dintre polii a doi magneţi în formă de *U*.

Luăm doi magneţi în formă de *U* şi-i apropiem ca în figura 188. Dacă am aşezat magneţii cu polii de nume contrar faţă în faţă, atunci magneţii se vor atrage şi îi vom desprinde cu greutate. Aşezînd însă magneţii cu polii de acelaşi nume faţă în faţă, ei se resping. Dacă magneţii sînt suficient de puternici, ne va fi greu să-i apropiem.

Fixăm un magnet în formă de *U* la un stativ şi lipim de polii săi o garnitură de fier prevăzută cu un cîrlig (fig. 189). De acest cîrlig atîrnăm un taler şi adăugăm

Scanned with CamScanner

treptat greutăți în taler, pînă acesta se desprinde. Măsurăm astfel forța de atracție a magnetului (forța portantă).

De polul unui magnet drept apropiem un cui de fier. Cuiul este atras (fig. 190). Apropiem cuiul de pilitura de fier, aceasta se prinde de cui, arătînd că și cuiul a devenit

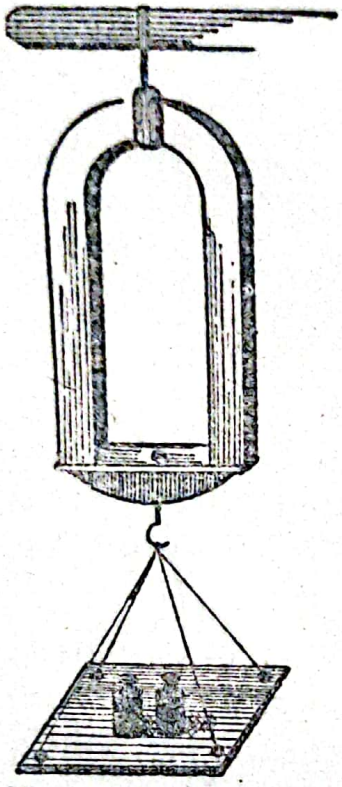


Fig. 189—Măsurarea forței de atracție a unui magnet.

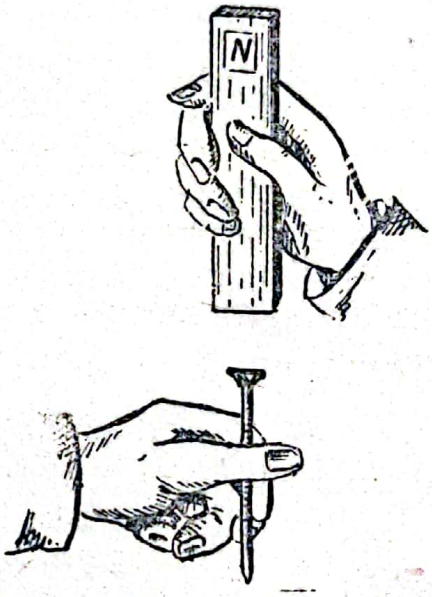


Fig. 190 — Magnetizarea prin influență.

Fig. 191 — Magneți de aceeași putere așezați cu polii de nume contrar alături nu mai atrag.

magnet. Prindem cuiul cu mîna și depărtăm magnetul. Pilitura de fier se va desprinde de cui, arătînd că acesta s-a demagnetizat.

Repetăm aceeași exprienţă folosind însă o sîrmă de oțel lungă de 6—8 cm. Cînd depărtăm magnetul, pilitura nu mai cade.

Oțelul rămîne magnet și după îndepărtarea magnetului permanent.

Luăm doi magneți drepți de aceeași mărime. Îi alăturăm cu polii de nume contrar față în față (fig. 191).

Scanned with CamScanner

Dacă apropiem de capetele lor un cui, constatăm că nu mai este atras. Explicați de ce?

Punem magnetul drept pe masă și-l acoperim cu un carton. Cu ajutorul sitei cernem deasupra pilitură de fier. Se obține spectrul liniilor de forță magnetică.

Repetați experiența punînd sub carton doi magneți paraleli: o dată cu polii de același nume față în față și altă dată cu polii de nume contrar față în față. Observați diferența între spectrele magnetice.

Așezați sub carton un magnet în formă de *U* și presărați pilitură de fier. Liniile de forță dintre ramurile magnetului sînt drepte paralele. Deplasați magnetul sub carton. Se vor mișca și firișoarele de pilitură de fier.

ELECTROMAGNETISMUL

Electromagneți. Am văzut că o bobină prin care trece un curent capătă proprietăți magnetice. Dacă în interiorul unei asemenea bobine introducem un miez de fier moale, la trecerea curentului miezul capătă proprietăți de magnet. Un miez de fier moale în jurul căruia se află o bobină formează un electromagnet.

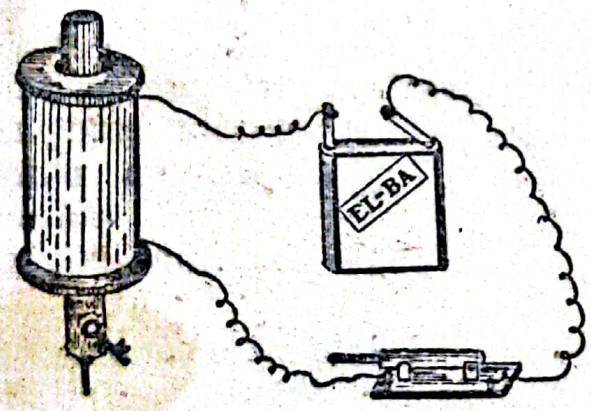


Fig. 192 — Electromagnet.

Experiență. Luăm o bară de fier moale, în jurul căreia bobinăm o sîrmă de cupru izolată. Capetele sîrmei se leagă la o sursă de curent și un întrerupător. Am obținut astfel un electromagnet (fig. 192).

Apropiem electromagnetul de o cheie de fier, fără a închide circuitul, și vedem că nu este atrasă.

Scanned with CamScanner

închidem circuitul. Imediat cheia este atrasă și o putem ridica o dată cu electromagnetul. Dacă întrerupem curentul cheia cade nemaifiind atrasă.

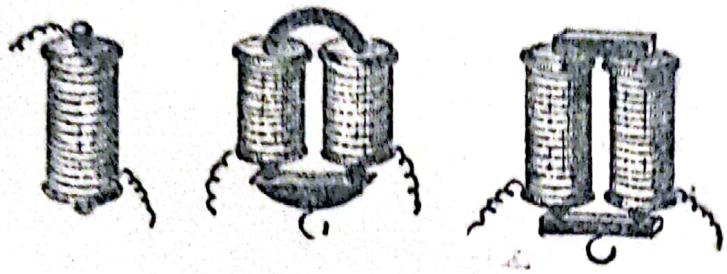


Fig. 193 — Diferite forme de electromagneți.

Un electromagnet are proprietatea de a atrage numai atîta timp cît prin bobina lui trece un curent electric. Cînd prin bobină nu mai circulă curentul, electromagnetul se demagnetizează și nu mai atrage bucățile de fier.

Formele în care se fac electromagneții pot fi foarte diferite (fig. 193). Se construiesc electromagneți în formă de bară dreaptă, în formă de bară îndoită în *U* sau în potcoavă etc. Uneori electromagneții se fac din trei bare de fier, puse în unghiuri drepte, care se numesc *electromagneți cu chiulasă.*

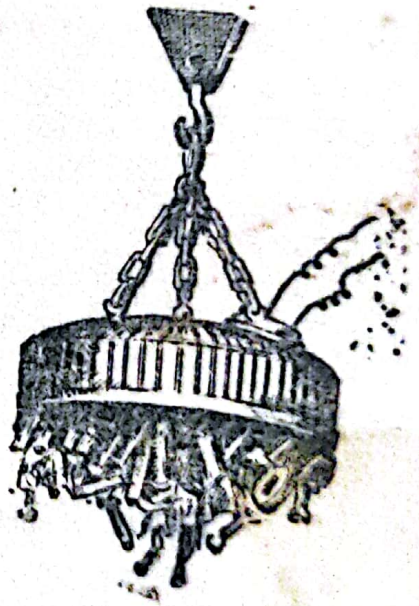


Fig. 194 — Macara electromagnetică.

Cu cît intensitatea curentului care trece prin bobină este mai mare și cu cît sînt mai multe spire, cu atît forța de atracție a electromagnetului este mai mare.

Macaraua electromagnetică. De multe ori, în fabrici, pentru transportul materialelor feroase se folosește macaraua electromagnetică (fig. 194).

Scanned with CamScanner

Aceasta este făcută dintr-un electromagnet mare prins de o macara. Se apropie electromagnetul de materialele feroase și se închide circuitul electric. Prin aceasta electromagnetul se magnetizează și atrage bucățile de fier. Cu ajutorul macaralei, electromagnetul este ridicat împreună cu grămada de obiecte pe care le atrage

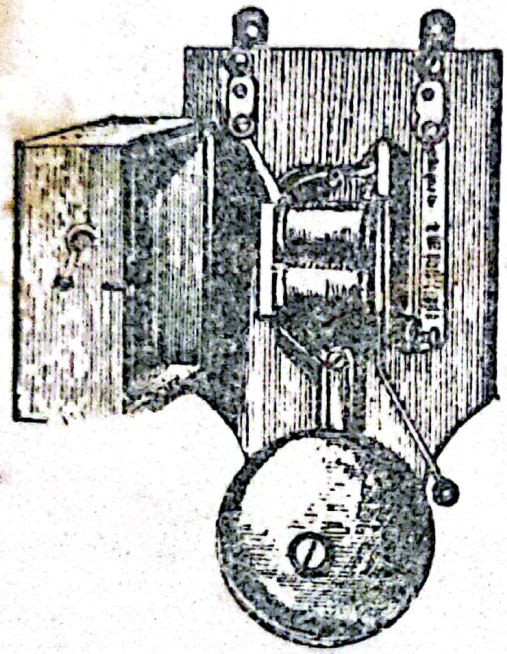


Fig. 195—Soneria electrică.

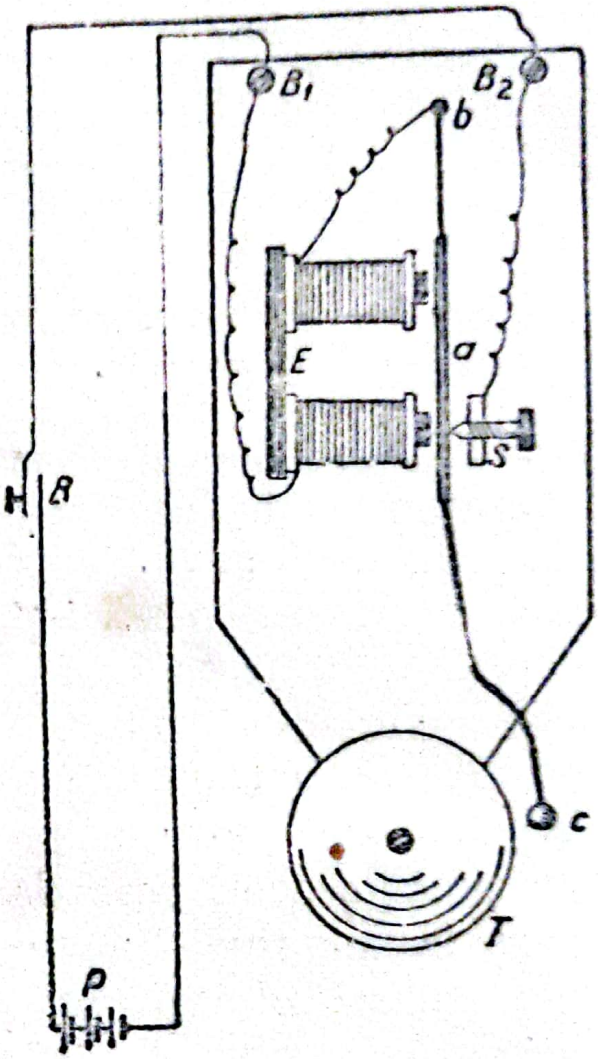


Fig. 196 — Schema soneriei.

și le transportă în alt loc. Aici circuitul se deschide și obiectele cad, deoarece nu mai sînt atrase.

Pentru ca macaralele electromagnetice să poată ridica greutăți mari, trebuie ca bobinajul să aibă foarte multe spire și prin ele să treacă un curent cu intensitate mare.

Soneria electrică. O altă aplicație a electromagneților este soneria electrică (fig. 195). Dacă des-

Scanned with CamScanner

facem capacul unei sonerii electrice, vedem că este alcătuită dintr-un electromagnet în formă de *U* (fig. 196). În faţa electromagnetului se află o lamă de fier *a*, prevăzută cu o coadă elastică de oţel, care o ţine la oarecare depărtare de electromagnet. Lama se reazemă pe vîrful unui şurub *S*, numit *şurub de contact*. De lamă este prins un ciocănaş *c*, situat în apropierea unui clopot de metal *T*. Un capăt al sîrmei electromagnetului este prins de capătul fix *b* al lamei, iar celălalt capăt la borna B_1. Cealaltă bornă B_2 este pusă în legătură cu şurubul de contact *S*.

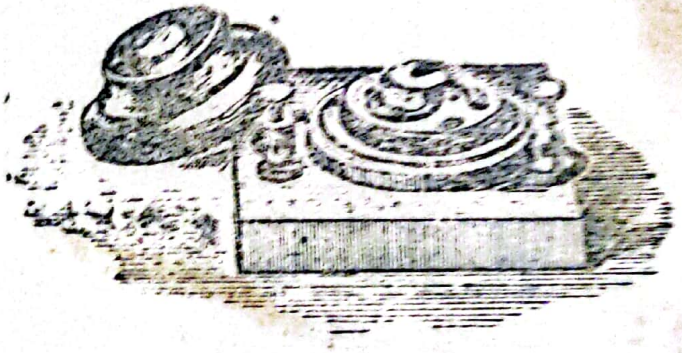


Fig. 197 — Buton de sonerie.

Soneria electrică se pune în circuit cu o baterie de elemente *P* şi un întrerupător de curent *B*, adică *butonul soneriei*. Acesta este făcut din două lame elastice aşezate una sub alta (fig. 197). Cînd apăsăm pe buton, circuitul se închide, curentul trece şi soneria funcţionează. Dacă butonul nu este apăsat, lamele stau depărtate şi circuitul este întrerupt.

Funcţionarea soneriei este arătată în figura 196. Cînd apăsăm pe buton, circuitul se închide. Curentul trece prin bobina electromagnetului. Acesta devine magnet, atrage lama şi ciocănaşul izbeşte clopoţelul. În acest moment, lama se depărtează de şurubul de contact şi curentul se întrerupe. Electromagnetul se demagnetizează, iar lama, nemaifiind atrasă, revine la loc şi se reazemă

Scanned with CamScanner

din nou pe șurubul de contact. Curentul iarăși se închide, lama este din nou atrasă și lovește clopoțelul. Mișcarea lamei continuă tot timpul cît apăsăm butonul soneriei și clopoțelul sună. Curentul se întrerupe și se restabilește în mod automat.

O sonerie electrică poate fi pusă în funcțiune cu ajutorul mai multor butoane, situate în camere

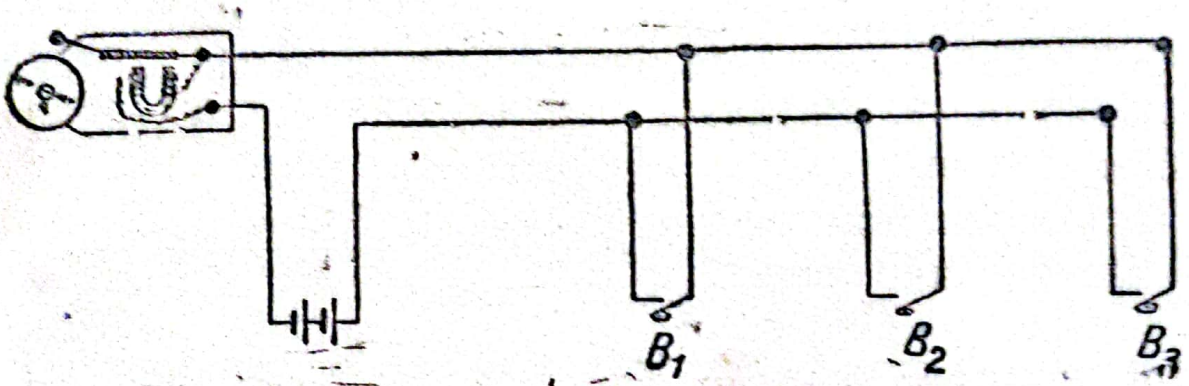


Fig. 198 — Instalație de sonerie electrică.

diferite. Pentru aceasta, instalația se face ca în figura 198, unde butoanele sînt legate în paralel. Pe oricare buton am apăsa, circuitul se închide și soneria începe să sune. Cu ajutorul soneriilor electrice se pot semnaliza diferite fenomene chiar în mod automat. Astfel, cu ajutorul soneriilor electrice se semnalizează sosirea trenurilor în gări sau pericolul incendiilor.

Telegraful electric. Telegraful este un aparat cu ajutorul căruia se pot transmite la distanțe mari diferite semnale. Cuvîntul telegraf vine de la două cuvinte grecești și anume: „tele", care înseamnă departe, și „grafo", care înseamnă scriere. Deci, telegraf înseamnă transmiterea semnelor scrise la distanță.

În prezent, există mai multe feluri de telegrafe. Cel mai simplu și mai întrebuințat este tele-

Scanned with CamScanner

graful Morse, inventat în anul 1837. Acest telegraf se bazează pe atracția electromagneților și este format din următoarele părți: manipulator, receptor, bateria de elemente și linia telegrafică.

Manipulatorul (fig. 199) este alcătuit dintr-o pîrghie din metal *P*, care se poate mișca în jurul unei axe orizontale așezată pe o placă de lemn. Suportul pîrghiei *B* este tot din metal și este pus în legătură cu o bornă cu șurub *b*. La capetele pîrghiei, pe placa de lemn sînt fixate două ploturi *A* și *C*, adică două bucăți de metal, puse în legătură, de asemenea, fiecare cu cîte o bornă *a* și *c*. Manipulatorul are deci trei borne și anume: borna *a* pusă în legătură cu plotul *A*, borna *b* pusă în legătură cu suportul pîrghiei *B* și borna *c* pusă în legătură cu plotul *C*. Pîrghia manipulatorului are la un capăt un buton izolator pe care se apasă cu degetul. În mod normal, cînd manipulatorul este în repaus pîrghia face contact cu plotul *C*, fiind ținută în această poziție de un arc. Apăsînd pe buton, pîrghia se apleacă în cealaltă parte și face contact cu plotul din față *A*. În acest timp însă, contactul cu plotul din spate *C* se întrerupe. Pîrghia manipulatorului servește deci să stabilească un contact, fie cu plotul *C*, fie cu plotul *A*. De fapt manipulatorul este un întrerupător.

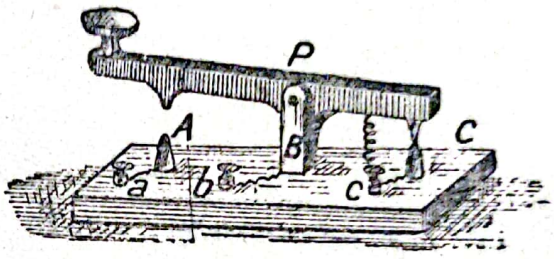


Fig. 199 — Manipulator Morse.

Receptorul. Este alcătuit dintr-un electromagnet *E*, în fața căruia se află o piesă de fier *A*,

Scanned with CamScanner

menținută la oarecare distanță de către un resort de oțel *R* (fig. 200). Piesa de fier *A* este prinsă de o pîrghie, care la capătul celălalt are un creion *C* sau mai bine o peniță cu cerneală. În fața creio-

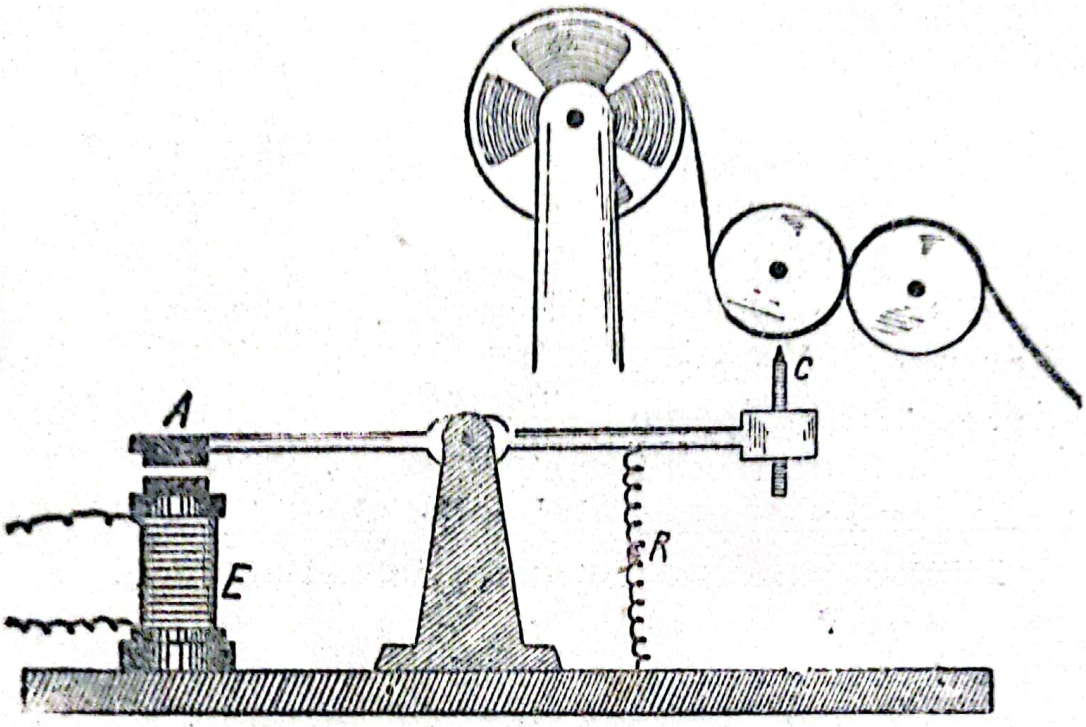


Fig. 200 — Receptorul telegrafului Morse.

nului se află o roată pe care se mișcă o bandă îngustă de hîrtie. Un mecanism de ceasornic face ca roata să se învîrtească și banda de hîrtie să alunece cu o viteză constantă. Ca sursă de curent pentru telegraful Morse se folosește o baterie formată din mai multe elemente galvanice.

Linia telegrafică este formată dintr-o sîrmă de fier sau de bronz întinsă pe stîlpi de lemn și izolată cu ajutorul unor izolatori de porțelan.

Pentru a înțelege cum funcționează telegraful Morse, legăm manipulatorul și receptorul prin sîr-

Scanned with CamScanner

me, ca în fig. 201. Un capăt al sîrmei de la electromagnetul receptorului se leagă la pîrghia manipulatorului în punctul *b*. Al doilea capăt se leagă

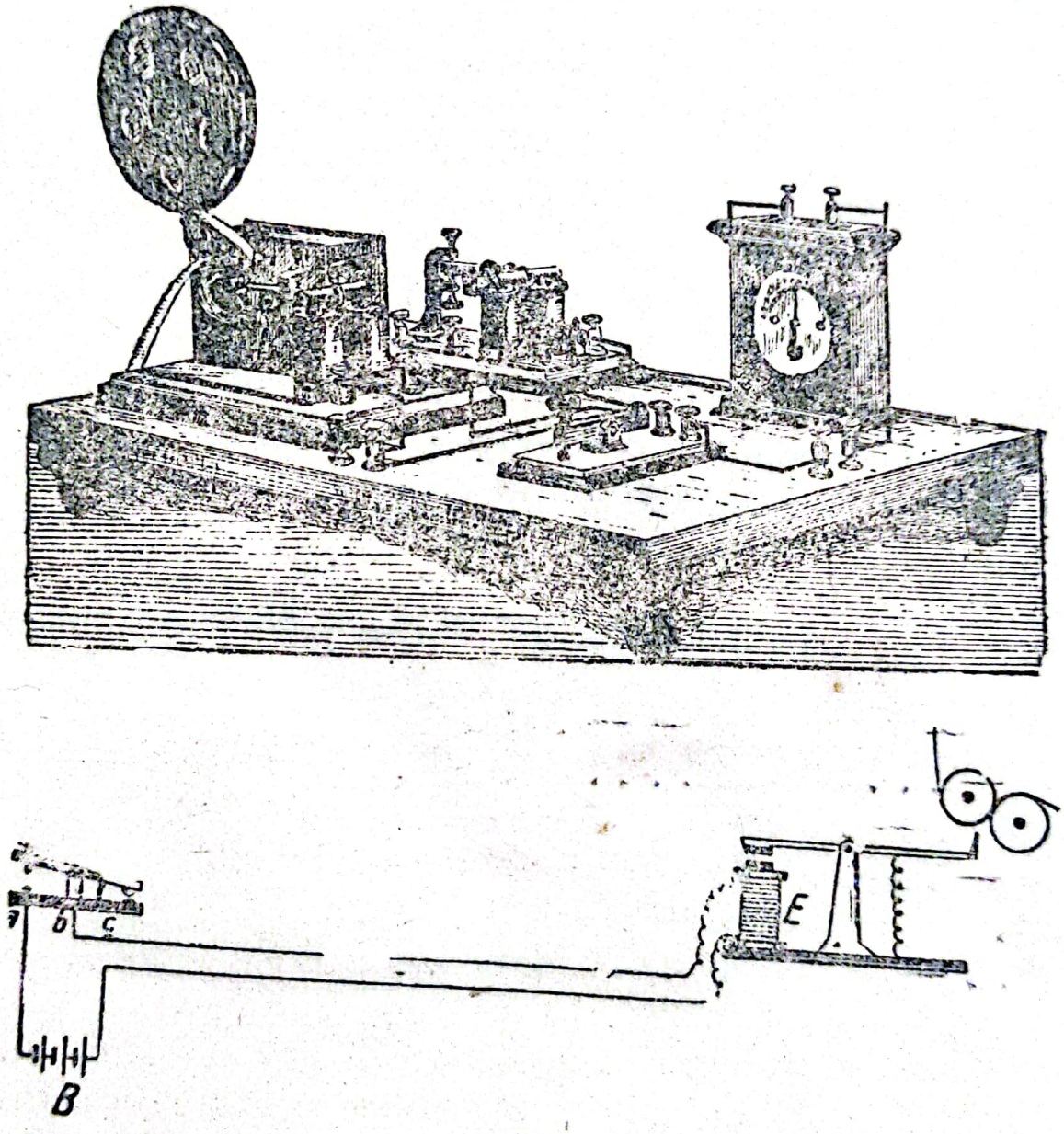


Fig. 201 — Telegraful Morse și schema de funcționare.

la unul din polii bateriei de elemente *B*. Celălalt pol al bateriei se leagă la plotul *a* al manipulatorului.

Cît timp nu se apasă pe butonul manipulatorului, circuitul este întrerupt și creionul receptorului

Scanned with CamScanner

rămîne depărtat de banda de hîrtie. Apăsînd pe butonul manipulatorului, circuitul se închide, pîrghia receptorului este atrasă de electromagnet și creionul înscrie pe banda de hîrtie o linie. Ridicînd degetul de pe butonul manipulatorului, curentul se întrerupe și electromagnetul nu mai atrage pîrghia. Creionul se depărtează de banda de hîrtie.

Apăsînd scurt pe butonul manipulatorului, creionul înscrie pe banda de hîrtie un punct. Dacă apăsăm ceva mai lung, creionul înscrie o linie. Cu ajutorul telegrafului Morse se pot transmite deci linii și puncte. Fizicianul Morse a alcătuit un alfabet format din linii și puncte. Astfel, un punct și o linie reprezintă litera *A*, o linie, litera *T* ș.a.m.d.

Alfabetul Morse

A . —	G — — .	M — —	T —
B — . . .	H	N — .	U . . —
C — . — .	I . .	O — — —	V . . . —
D — . .	J . — — —	P . . — .	Z — — . .
E .	K — . —	R . — .	
F . . —	L . .	S . . .	

Cînd se telegrafiază, între litere se lasă un interval scurt de timp, iar între cuvinte, un interval puțin mai mare.

Cu ajutorul alfabetului Morse, stația unde se află manipulatorul poate transmite la stația unde se află receptorul orice știri sau telegrame.

În practică, amîndouă stațiile, și cea care transmite și cea care primește telegramele, au, atît manipulator, cît și receptor. Semnele Morse se pot

Scanned with CamScanner

astfel transmite și recepționa în ambele sensuri. De asemenea, pentru a se face economie de material, cele două stații sînt legate între ele printr-un singur fir. Cel de-al doilea fir este înlocuit cu pămîntul, care este bun conducător de electricitate.

În prezent există instalații telegrafice mult mai perfecționate. Cu ajutorul unor aparate numite *teleimprimatoare* se pot transmite la distanță chiar literele așa cum sînt scrise ele pe o coală de hîrtie la mașina de scris. Telegraful Morse s-a păstrat numai pentru simplitatea lui. Obișnuit, telegrafiștii recepționează semnalele Morse numai după sunet și nu mai au nevoie de bandă înregistratoare.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este un electromagnet?
2. Prin ce se deosebește un electromagnet de un magnet permanent?
3. Care sînt cele mai obișnuite forme de electromagneți?
4. De ce depinde forța de atracție a unui electromagnet?
5. Pe ce se bazează macaraua electromagnetică?
6. Cum funcționează macaraua electromagnetică?
7. Ce este soneria electrică?
8. Care sînt părțile principale ale unei sonerii electrice?
9. Cum este făcut butonul soneriei?
10. Care este rostul șurubului de contact?
11. Cum funcționează soneria electrică?
12. Cum se poate pune în funcțiune o sonerie electrică din mai multe locuri?
13. Ce este un telegraf?
14. Care sînt părțile principale ale unui telegraf Morse?
15. Cum este făcut manipulatorul?
16. Din ce este făcut receptorul Morse?
17. Cum se leagă între ele manipulatorul și receptorul Morse?
18. Cum funcționează telegraful Morse?

Scanned with CamScanner

PROBLEME-ÎNTREBĂRI

1. Într-o grămadă de bucăți de metal sînt amestecate mai multe metale: fier, cupru și zinc. Dacă apropiem de această grămadă o macara electromagnetică, ce se va întîmpla?

2. Unui muncitor i-a pătruns în ochi o bucățică de fier. Cu ce se poate scoate această bucățică, fără a răni ochiul?

TRANSFORMAREA ENERGIEI ELECTRICE ÎN ENERGIE MECANICĂ

Acțiunea cîmpului magnetic asupra unui curent mobil. În capitolul precedent s-a arătat că un curent electric poate deplasa un ac magnetic. Se pune întrebarea, dacă și un magnet poate deplasa un curent electric. Pentru a răspunde la această întrebare sînt necesare cîteva experiențe ușor de realizat.

Experiență. Se ia o sîrmă de aluminiu AB, cu grosimea de circa 0,5 mm și lungă cam de 10 cm. De capetele acestei sîrme se prind alte două sîrme izolate, mai lungi și cît mai subțiri, ca să fie flexibile. Fixăm la un stativ o vergea de lemn sau de sticlă și atîrnăm de ea sîrma de aluminiu, așa ca să formeze un fel de leagăn, ca în figura 202. Legînd capetele sîrmelor la o baterie de buzunar și un întrerupător, alcătuim un circuit.

Presupunem că prin sîrma de aluminiu curentul merge de la A către B, dacă firele au fost legate ca în figură. Schimbînd legăturile la polii bateriei, se schimbă și sensul curentului.

De același stativ fixăm un magnet în formă de U, așezîndu-l astfel ca polul nord să fie situat dedesubt, iar polul sud deasupra. Între cei doi

Scanned with CamScanner

poli ai magnetului stă suspendat conductorul de aluminiu AB. În felul acesta conductorul se află într-un cîmp magnetic. Liniile de forţă magnetică

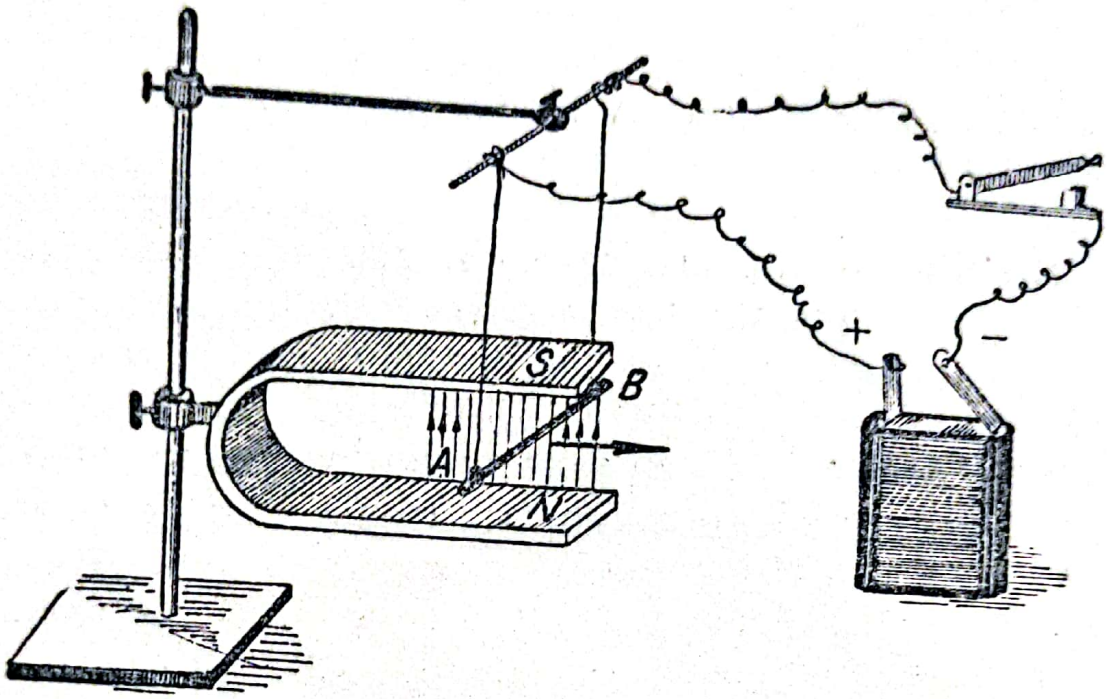


Fig. 202 — Acţiunea unui cîmp magnetic asupra unui curent mobil.

în aer pleacă de la polul nord către polul sud al magnetului.

În momentul în care apăsăm pe întrerupător şi închidem circuitul, conductorul va fi împins de cîmpul magnetic şi se va deplasa spre dreapta, în sensul arătat de săgeată. Dacă întrerupem curentul, conductorul revine în poziţia iniţială. Această experienţă ne arată că *de cîte ori un conductor, prin care trece un curent electric, se află într-un cîmp magnetic, asupra lui acţionează o forţă care caută să-l deplaseze.*

Schimbăm poziţia magnetului astfel ca polul nord să vină deasupra şi polul sud dedesubt. Dacă închidem circuitul, conductorul se va de-

Scanned with CamScanner

plasa în sens contrar, adică spre stînga. Deci, *cînd se schimbă poziția polilor magnetului, se schimbă și sensul deplasării conductorului.*

Schimbăm acum sensul curentului, ca să circule de la *B* la *A*. Procedînd ca și mai înainte, constatăm că conductorul se va deplasa spre stînga cînd polul nord se află dedesubt, și spre dreapta cînd polul nord se află deasupra. Deplasarea conductorului se face în sens contrar cazului precedent. Deci, *sensul deplasării conductorului depinde atît de poziția polilor magnetului, cît și de sensul curentului.*

Pentru a afla în ce sens se deplasează un curent situat într-un cîmp magnetic, ne folosim de regula

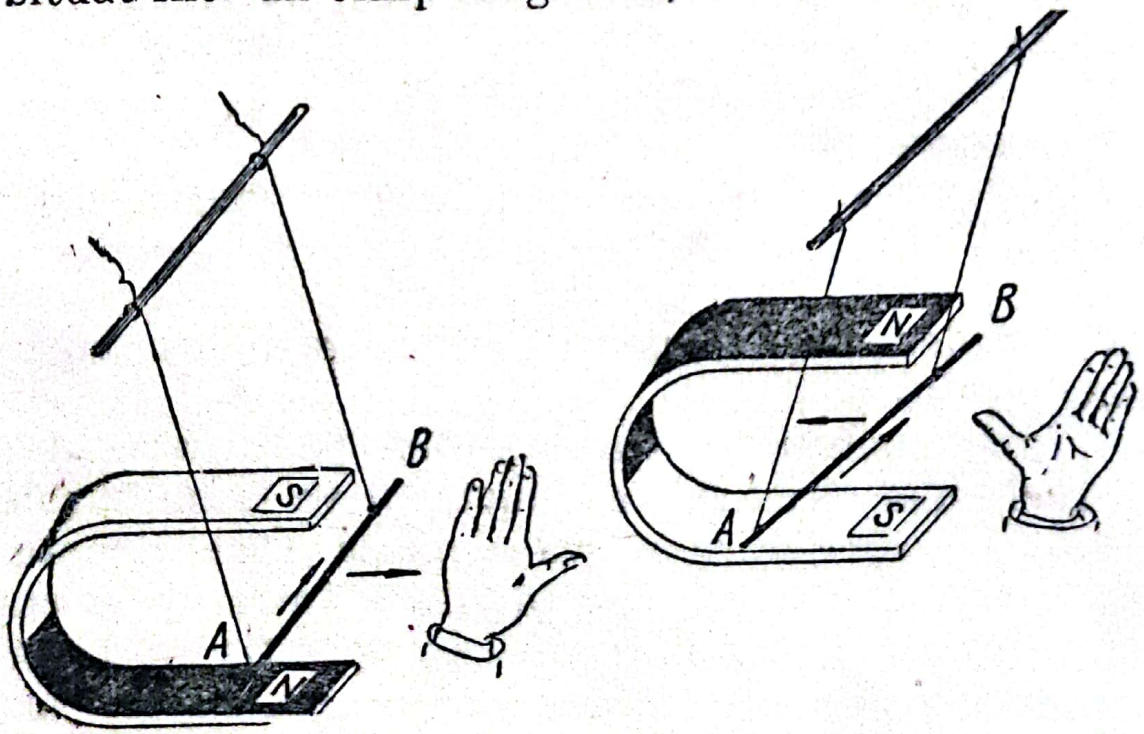


Fig. 203 — Sensul în care se deplasează un curent mobil sub acțiunea unui cîmp magnetic.

mîinii stîngi. Se desface mîna stînga cu degetele întinse și degetul mare depărtat. Se așază apoi mîna astfel ca degetele să arate sensul în care

Scanned with CamScanner

circulă curentul, iar palma să fie îndreptată către polul nord al magnetului. Degetul mare va arăta sensul în care se deplasează curentul sub acțiunea cîmpului magnetic (fig. 203).

Un conductor prin care trece un curent electric se deplasează într-un cîmp magnetic. Deplasarea conductorului arată că acesta a căpătat energie mecanică. Legea conservării energiei ne spune însă că energia nu se poate crea din nimic; energia nu se pierde, nici nu se creează, ci numai se transformă dintr-o formă în alta. Înseamnă că energia mecanică a conductorului a rezultat prin transformarea energiei curentului electric.

În toate aceste experiențe, energia curentului electric se transformă în energie mecanică.

Principiul electromotorului de curent continuu. Electromotoarele funcționează pe baza energiei curentului. Funcționarea electromotoarelor se bazează pe deplasarea unui curent sub influența unui cîmp magnetic. *Electromotorul transformă energia curentului în energie mecanică.*

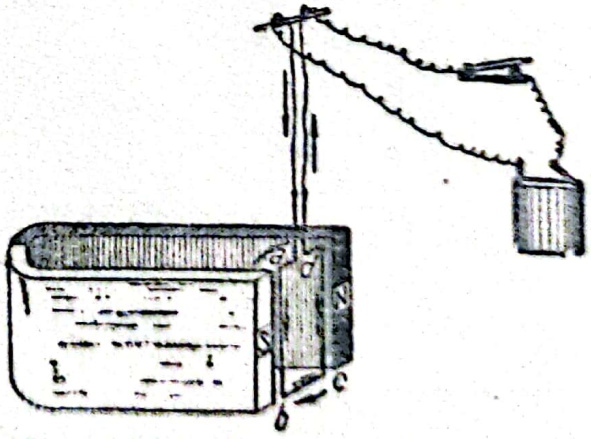


Fig. 204—Acțiunea unui cîmp magnetic asupra unui cadru dreptunghiular mobil prin care trece un curent.

Experiență. Pentru a vedea cum funcționează un electromotor, facem din sîrmă de cupru sau mai bine din sîrmă de aluminiu un dreptunghi ca în figura 204. Capetele dreptunghiului se leagă cu două sîrme subțiri și flexibile care se suspendă apoi de o vergea de lemn sau de sticlă, așa cum

Scanned with CamScanner

s-a mai arătat. Cu ajutorul unei baterii de buzunar și un întrerupător stabilim un circuit, pentru ca prin cadru să treacă un curent.

Fixăm apoi magnetul în formă de *U*, astfel ca, între polii lui, cadrul să se poată roti liber. În momentul cînd închidem circuitul, cadrul începe să se rotească, pînă ajunge perpendicular pe liniile de forță magnetică, adică paralel cu polii magnetului.

Rotirea cadrului se datorește acțiunii cîmpului magnetic asupra curentului care trece prin cadru.

Pentru a deduce sensul de rotire a cadrului, trebuie să folosim regula mîinii stîngi. Săgețile arată sensul curentului prin cadru. Pe latura *ab* curentul circulă în jos, în timp ce pe latura *cd*, curentul circulă în sus. Regula mîinii stîngi ne arată că latura *ab* va fi împinsă către spatele figurii, în timp ce latura *cd* va fi împinsă către fața figurii. Cadrul se va roti de la stînga spre dreapta, așa cum arată săgeata curbă. Rotirea cadrului se face destul de încet, deoarece forța exercitată de cîmpul magnetic este foarte mică.

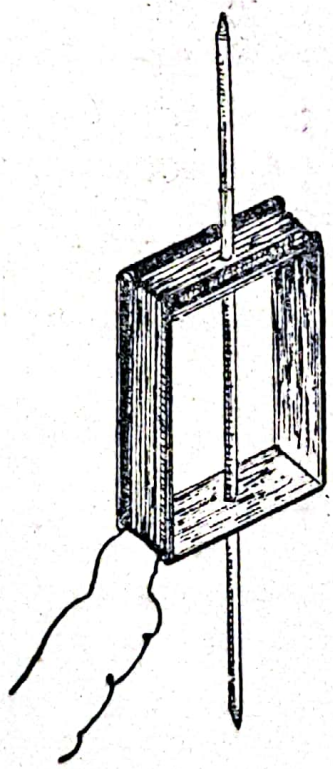


Fig. 205 — Cadrul mobil în jurul unui ax vertical.

Folosind deodată mai multe cadre de sîrmă dreptunghiulare, forța exercitată de cîmpul magnetic devine mult mai mare.

Experiență. Facem din carton un cadru de formă dreptunghiulară (fig. 205). Mărimea cadrului trebuie să fie astfel ca să se poată ușor roti între polii magnetului și să ră-

Scanned with CamScanner

mînă chiar un oarecare spațiu liber. Trecem prin cadrul de carton o sîrmă de oțel, care să formeze un ax în jurul căruia să se poată roti. Înfășurăm apoi de mai multe ori în jurul cadrului o sîrmă de cupru subțire și izolată. Dacă scoatem cartonul, se obține o bobină de formă dreptunghiulară, ca în figura 205. Legînd capetele sîrmei cu o baterie de buzunar și un întrerupător, facem ca prin bobină să circule un curent.

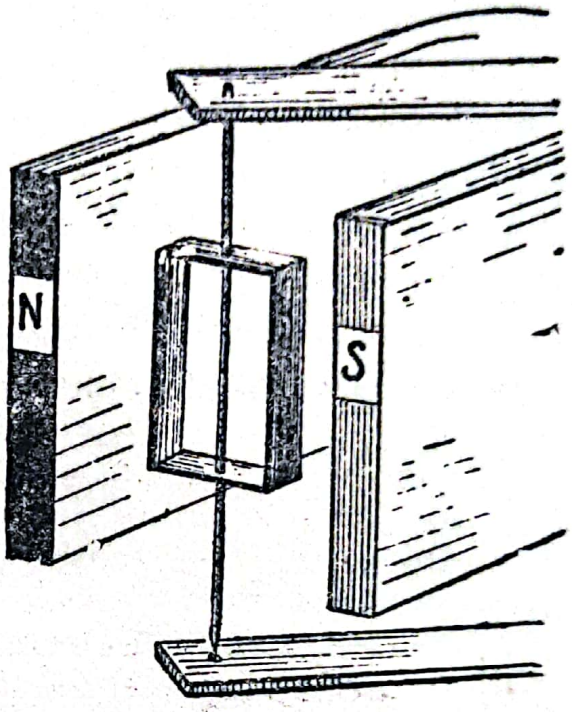


Fig. 206 — Acțiunea cîmpului magnetic asupra unei bobine dreptunghiulare.

Se așază bobina dreptunghiulară între polii magnetului cu axul vertical sprijinit astfel ca să se poată roti (fig. 206). Pentru simplificare, în figură s-au reprezentat numai polii magnetului în formă de *U*. În momentul în care apăsăm pe întrerupător și prin sîrmă trece un curent, bobina se rotește repede, pînă se așază perpendicular pe linia polilor magnetici.

Să lăsăm cadrul în această poziție și să schimbăm sensul curentului. La închiderea circuitului, cadrul se va roti repede spre dreapta cu o jumătate de tură. Schimbînd din nou sensul curentului, cadrul va continua să se rotească în același sens cu încă jumătate de tură. Dacă am reușit ca la fiecare jumătate de tură să schimbăm sensul curentului,

Scanned with CamScanner

cadrul ar continua să se rotească în mod continuu și în același sens, obținîndu-se astfel un mic electromotor.

La electromotoare, schimbarea sensului curentului la fiecare jumătate de tură se face în mod automat, cu ajutorul unui *colector* a cărui construcție se va studia mai tîrziu, cînd se va vorbi despre dinam și importantele aplicații ale electromotorului în uzine și transporturi.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce se întîmplă cînd un curent se află într-un cîmp magnetic?
2. Cum putem face să se schimbe sensul devierii curentului de către un cîmp magnetic?
3. De ce depinde sensul devierii unui curent de către un cîmp magnetic?
4. În ce constă regula mîinii stîngi și la ce servește?
5. De unde vine energia care deplasează un curent aflat într-un cîmp magnetic?
6. Ce se întîmplă cu un cadru aflat între polii unui magnet, cînd prin sîrma cadrului trece un curent?
7. Cum se deduce sensul de rotire al cadrului?
8. De ce depinde forța de rotire a cadrului?
9. De ce folosind un cadru pe care s-a înfășurat o sîrmă izolată, forța de rotire este mai mare?
10. Ce este un electromotor?
11. Pe ce se bazează electromotorul?
12. De ce este necesar ca la fiecare jumătate de tură să se schimbe sensul curentului în cadru?

CURENȚI DE INDUCȚIE

Producerea curenților de inducție. S-a văzut că un curent electric produce în jurul său un cîmp magnetic. O bucată de fier introdusă în interio-

Scanned with CamScanner

rul unei bobine devine magnet cînd curentul circulă prin sîrma bobinei. Deci, magnetismul este un efect al curentului electric.

Toate aceste fenomene au născut în mintea oamenilor de știință presupunerea că și curentul electric poate fi produs cu ajutorul cîmpului magnetic. Cel care a rezolvat această problemă atît de importantă a fost savantul englez Faraday, în anul 1831. Curenții produși cu ajutorul cîmpului magnetic se numesc *curenți de inducție*. Prin descoperirea curenților de inducție, Faraday a pus la dispoziția omenirii un mijloc ieftin de a produce curenți puternici. Energia electrică obținută cu ajutorul elementelor galvanice costă mult. În marile uzine se folosesc curenții obținuți prin inducție, care costă puțin.

Experiență. Luăm o bobină ale cărei borne le legăm la un galvanometru pentru a obține un circuit închis (fig. 207). Introducem în bobină un magnet drept. Se constată că acul galvanometrului deviază, de exemplu, spre dreapta, ceea ce arată că în circuit a luat naștere un curent electric. Oprim mișcarea magnetului. Acul galvanometrului revine la zero, deci curentul a încetat. Scoatem magnetul din bobină. Acul galvanometrului deviază spre stînga, arătînd că s-a produs un curent de sens contrar. Acest curent

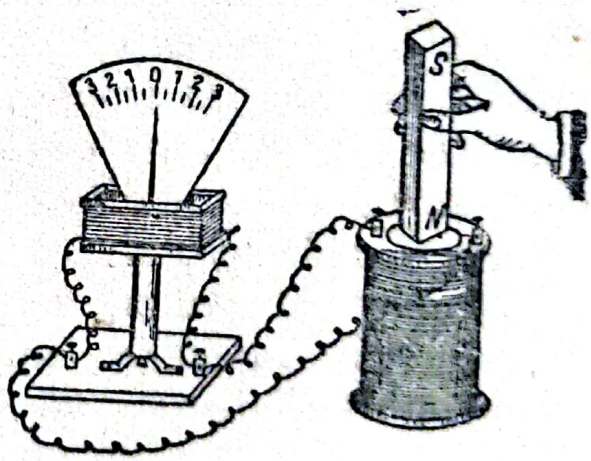


Fig. 207 — Producerea curenților de inducție.

Scanned with CamScanner

durează numai atîta timp cît durează mișcarea magnetului în interiorul bobinei.

Putem repeta experiența ținînd magnetul pe loc și mișcînd bobina. Vom constata că acul galvanometrului deviază într-un sens cînd magnetul intră în bobină, și în sens contrar cînd iese din bobină.

Presupunem că magnetul a fost introdus în bobină cu polul nord. Întoarcem acum magnetul, astfel ca să fie introdus în bobină cu polul sud. Se constată că ia naștere un curent de un sens cînd introducem magnetul, și de sens contrar cînd îl scoatem. Sensul este acum invers decît în cazul precedent. Acul galvanometrului deviază spre stînga cînd introducem magnetul, și spre dreapta cînd îl scoatem.

Mișcînd un magnet în interiorul unei bobine, iau naștere curenți electrici, numiți curenți de inducție. La introducerea magnetului, curentul de inducție este de un sens; la scoaterea magnetului, curentul de inducție este de sens contrar. Curenții de inducție durează numai atît cît durează mișcarea magnetului în interiorul bobinei.

După cum vedem, curenții de inducție se formează prin mișcarea unui magnet în interiorul unei bobine. Înseamnă că energia mecanică se transformă în energie electrică.

Curentul electric ia naștere prin transformarea energiei de mișcare a magnetului.

Curenții de inducție se mai pot produce și cu ajutorul altor curenți, deoarece am văzut că aceștia produc în jurul lor un cîmp magnetic.

Experiență. Luăm o bobină ceva mai mare făcută din sîrmă subțire și cu multe spire.

Scanned with CamScanner

Punem această bobină în legătură cu un galvanometru, ca să formăm un circuit închis. Separat luăm o altă bobină, ceva mai mică, astfel ca să poată fi introdusă în interiorul bobinei mai mari. Această bobină mai mică trebuie să fie făcută din sîrmă mai groasă și mai scurtă, avînd mai puține

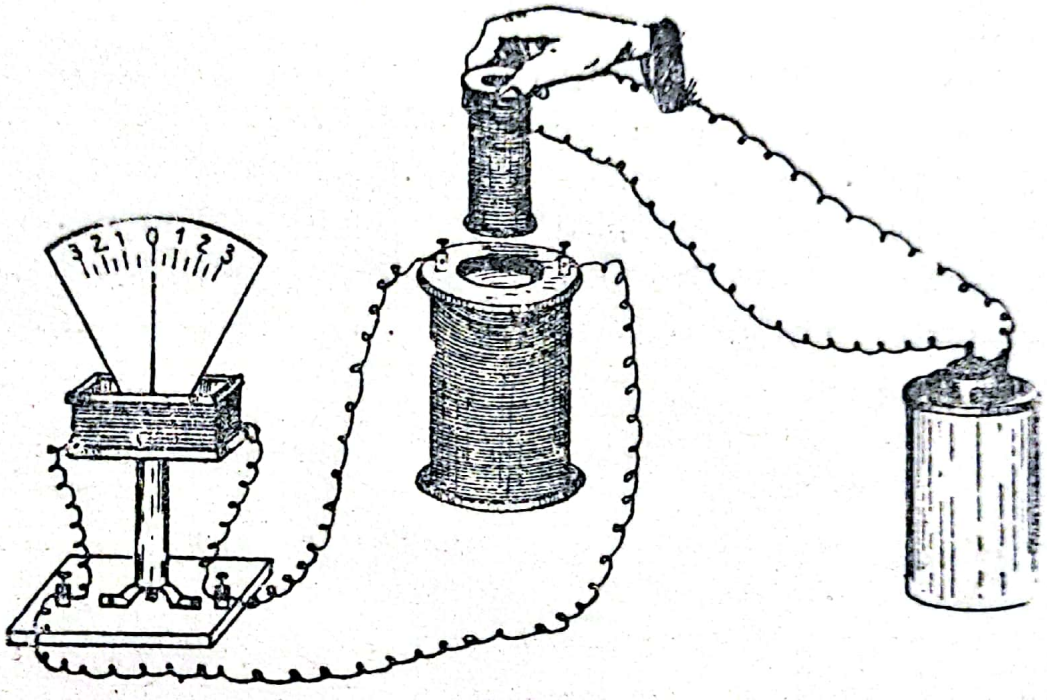


Fig. 208 — Producerea curenților de inducție cu ajutorul curenților.

spire. Legăm bornele acestei bobine la polii unui element galvanic (fig. 208), alcătuind astfel un al doilea circuit. Observăm că cele două circuite nu au nici o legătură între ele.

Introducem bobina mai mică în interiorul bobinei mai mari. Acul galvanometrului va devia într-un sens la introducere și în sens contrar la scoaterea bobinei. Se obțin deci curenți de inducție cînd în interiorul unei bobine mișcăm o altă bobină prin care circulă un curent. Deviațiile acului galvanometrului sînt însă mici, deci

Scanned with CamScanner

curenţii de inducţie sînt slabi. Dacă în interiorul bobinei mici introducem un miez de fier, curenţii de inducţie devin mult mai puternici. Miezul de fier se magnetizează şi creează un cîmp magnetic mai puternic, iar curenţii de inducţie vor fi şi ei mai puternici.

Cu ajutorul curenţilor se pot produce curenţi de inducţie şi în alt fel.

Experienţă. În circuitul, care conţine bobina mai mică şi elementul galvanic sau acumulatorul, mai intercalăm şi un întrerupător. Introducem bobina mică în interiorul bobinei mari şi o lăsăm nemişcată (fig. 209). Apăsăm pe între-

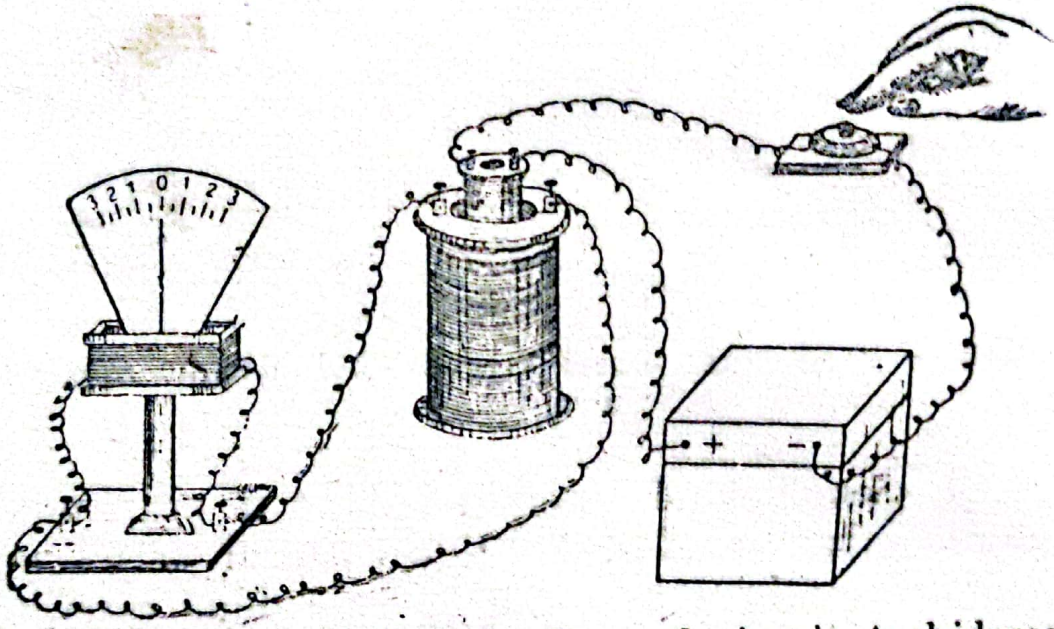


Fig. 209 — Curenţi de inducţie produşi prin închiderea şi deschiderea curentului inductor.

rupător, ca să închidem circuitul. Observăm că acul galvanometrului deviază într-un sens, apoi revine la zero. Ridicăm degetul de pe întrerupător, ca să întrerupem circuitul. Acul galvanometrului deviază acum în sens contrar. *Deci se pot obţine curenţi de inducţie stabilind şi întrerupînd curentul*

Scanned with CamScanner

în bobina din interior. Curentul de inducție este de un sens la stabilirea circuitului din interior, și de sens contrar la întreruperea acestui circuit. El durează numai atîta timp cît durează și stabilirea sau întreruperea.

Observăm că, la producerea curenților de inducție cu ajutorul curenților, este nevoie de două circuite. Circuitul care cuprinde sursa de curent și bobina din interior se numește *circuit inductor sau circuit primar* (fig. 210). Al doilea circuit, care cuprinde bobina din exterior și galvanometrul, este *circuitul indus* sau *circuitul secundar*. Putem spune că se nasc curenți de inducție, cînd mișcăm în interiorul unei bobine secundare o bobină primară. De asemenea, curenții de inducție iau naștere prin închiderea și deschiderea circuitului primar.

Să studiem acum fenomenul de producere a curenților de inducție într-un mod mai amănunțit. În primul rînd, să vedem dacă orice mișcare în cîmpul magnetic dă naștere la curenți de inducție.

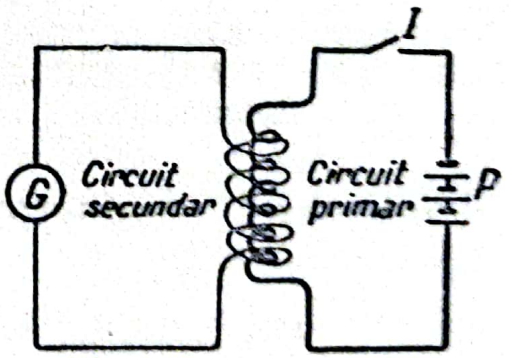


Fig. 210—Circuitul primar și secundar la inducția electrică.

Pentru aceasta, luăm un conductor format dintr-o sîrmă ceva mai groasă și lungă cam de 20—25 cm. Acest conductor este bine să fie izolat la suprafață, ca să nu se facă contact cînd îl prindem cu mîna. Capetele conductorului le legăm la bornele unui galvanometru, cu ajutorul a două sîrme izolate ceva mai lungi și mai subțiri. Pentru ca această experiență să

Scanned with CamScanner

reușească, este nevoie să folosim un galvanometru cît mai sensibil, dacă este posibil un aparat numit *galvanometru cu oglindă*. Mai luăm un magnet în formă de *U*, pe care-l fixăm la un stativ (fig. 211). Știm că liniile de forță magnetică la un asemenea magnet sînt drepte paralele, care pleacă de la polul nord către polul sud.

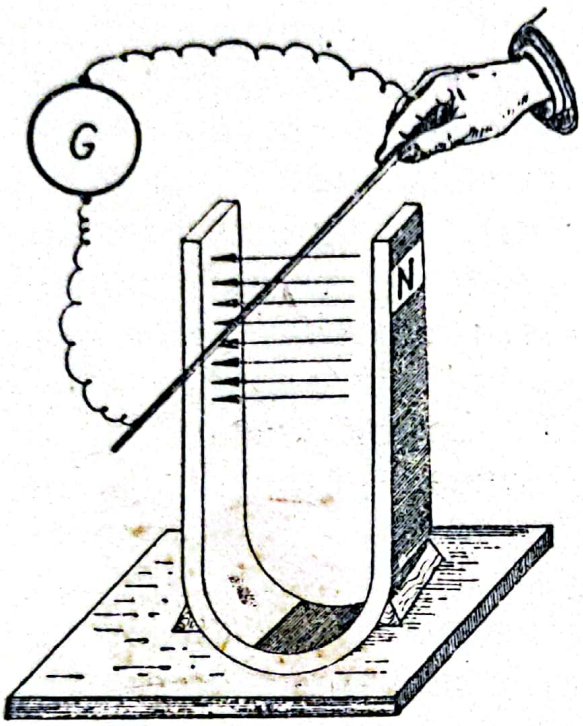


Fig. 211 — Curentul de inducție ia naștere numai cînd conductorul taie liniile de forță magnetică.

Mișcăm conductorul în sus și în jos, introducîndu-l și scoțîndu-l dintre polii magnetului. Se constată că iau naștere curenți de inducție de un sens cînd mișcăm conductorul în jos, și de sens contrar cînd îl mișcăm în sus. Se observă că în timpul mișcării conductorul taie liniile de forță magnetică.

Repetăm experiența, însă acum mișcăm conductorul înainte și înapoi, adică de-a lungul liniilor de forță magnetică. Acul galvanometrului rămîne nemișcat, arătînd că nu iau naștere curenți de inducție. Observăm că, în acest caz, mișcarea făcîndu-se în lungul liniilor de forță magnetică, conductorul nu taie liniile de forță și deci nu se produc nici curenți de inducție.

Scanned with CamScanner

Într-un circuit iau naștere curenți de inducție totdeauna cînd conductorul taie liniile de forță magnetică. Curenții de inducție vor avea o f.e.m. cu atît mai mare, cu cît în timp de o secundă conductorul taie mai multe linii de forță.

Sensul curentului de inducție. Experiențele arată că sensul curentului de inducție se determină prin regula *mîinii drepte*. Așezăm mîna dreaptă întinsă, astfel ca fața palmei să fie îndreptată către polul nord al magnetului, iar degetul mare să arate sensul în care se mișcă conductorul (fig. 212). Atunci cele patru degete ale mîinii drepte vor arăta sensul curentului de inducție. Observăm că în această regulă sînt trei direcții: a liniilor de forță, a deplasării conductorului și a curentului.

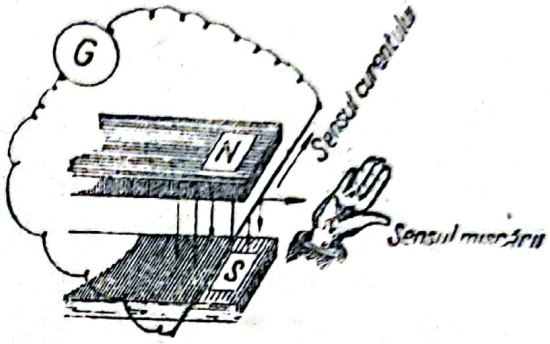


Fig. 212 — Sensul curentului de inducție. Regula mîinii drepte.

Toate aceste direcții sînt perpendiculare una pe alta.

Alcătuirea și funcționarea unui generator de curent alternativ. Mașinile care produc curenți de inducție se numesc *generatori prin inducție*. Ca să vedem cum este alcătuit un generator prin inducție, să ne închipuim că avem un magnet în formă de *U*. Între polii acestui magnet se află un cadru de sîrmă, care se rotește în jurul axei *OO'* (fig. 213). Presupunem cadrul în poziția *AB* și că se rotește în sensul indicat de săgețile curbe. Cu ajutorul regulii

Scanned with CamScanner

mîinii drepte se deduce că în cadru ia naștere un curent de inducție, avînd sensul *a b c d*. Sensul acesta se menține atît timp cît latura *ab* a cadrului trece de la poziția *A* la poziția *B*, adică timp de o jumătate de tură. La cealaltă jumătate de tură, cînd latura *ab* trece de la poziția *B* la poziția *A*, aceeași regulă a mîinii drepte arată că sensul curentului de inducție este invers, adică *d c b a*.

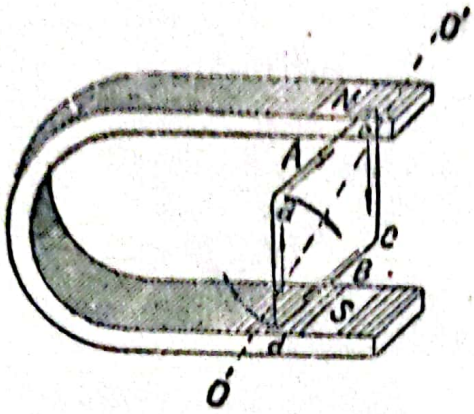


Fig. 213 — Producerea unui curent de inducție într-un cadru care se rotește între polii unui magnet.

Cînd cadrul își continuă mai departe rotația, curentul de inducție își schimbă sensul de cîte ori cadrul trece prin poziția *AB*. Cu alte cuvinte, curentul de inducție își schimbă sensul la fiecare jumătate de tură. Învîrtind cadrul cu o turație constantă ia naștere un curent de inducție care își schimbă sensul la intervale egale de timp.

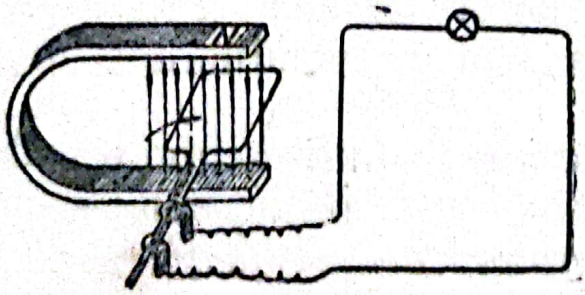


Fig. 214 — Schema unui generator de curent alternativ cu un singur cadru.

Curentul electric care-și schimbă sensul în mod periodic se numește alternativ.

Pentru a folosi curentul de inducție care se naște în cadrul de sîrmă, acesta se întrerupe, iar capetele lui se îndoaie și se lipesc la două inele de cupru, fixate pe axa în jurul căreia se învîrtește cadrul (fig. 214). Inelele sînt izolate de axă și

Scanned with CamScanner

pe ele apasă elastic două lame tot de cupru, numite *perii*. De la perii pleacă sîrme care pot fi legate la un bec electric sau alt receptor, realizîndu-se un circuit. Învîrtind cadrul repede, ia naștere un curent alternativ.

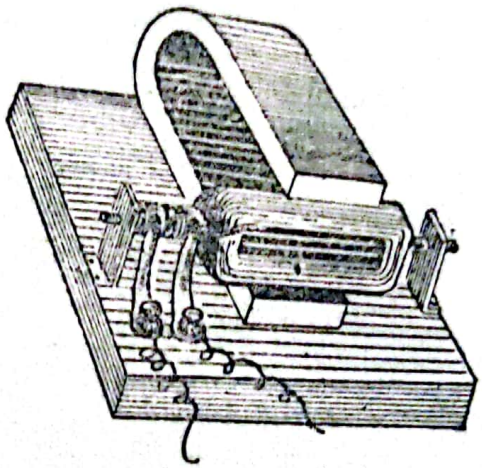


Fig. 215 — Generator de curent alternativ.

Curenții de inducție care se nasc într-un singur cadru sînt slabi. În practică, în locul unui singur cadru se folosește o bobină de formă dreptunghiulară (fig. 215), rotită cu ajutorul unui motor cu explozie sau mașină cu abur. De fapt bobina dreptunghiulară este formată din foarte multe cadre, legate între ele în serie. Capetele sîrmelor de pe bobină sînt prinse la cele două inele ‹ e pe axă și periile, care se plimbă pe inele, sînt puse în legătură cu două șuruburi. Șuruburile formează bornele generatorului. Rotind bobinele între polii magnetului, în fiecare cadru ia naștere un curent de inducție slab. Acești curenți slabi, dar numeroși, se adună între ei și dau un curent puternic. F.e.m. a curentului de inducție este cu atît mai mare, cu cît bobina se rotește mai repede.

În concluzie, un generator de curent alternativ este alcătuit din două părți principale. Prima este magnetul, care creează cîmpul magnetic, a doua bobina de formă dreptunghiulară, în care iau naștere curenții de inducție. Magnetul în formă de *U* se numește *inductor*, iar bobina se numește *indus*.

Scanned with CamScanner

În practică, mai avem și denumirile de *rotor*, pentru partea care se rotește și de *stator*, pentru partea care rămîne în repaus. La generatorul descris, inductorul este stator, iar indusul, rotor.

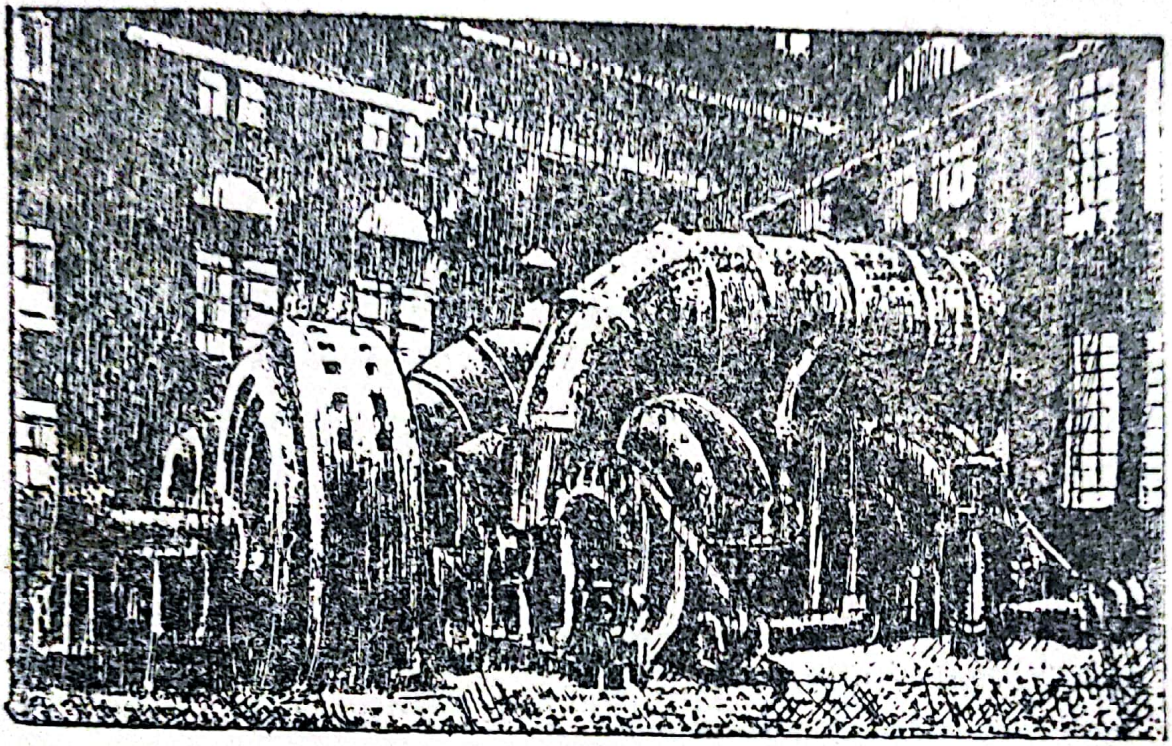


Fig. 216 — Generator de curent în uzină.

Generatorii de curent alternativ se mai numesc și *alternatori*. De obicei, inductorul generatorului de curent nu este un magnet permanent, ci un electromagnet. În acest mod, cîmpul magnetic este mai intens și curenții de inducție au o f.e.m. mai mare. Figura 216 reprezintă un generator de curent alternativ (alternator).

Alcătuirea și funcționarea dinamului. Curentul alternativ este folosit la luminat și la alimentarea electromotoarelor în uzine. Totuși, sînt cazuri cînd curentul alternativ nu poate fi folosit și trebuie transformat în curent continuu, adică în curent care își păstrează tot timpul același sens.

Scanned with CamScanner

De exemplu, la electroliză nu se poate folosi decît curentul continuu. De asemenea, la tramvaie este mai bine să se folosească curent continuu decît curent alternativ. Curentul alternativ poate fi transformat în curent care să circule în același sens, adică în curent continuu. Transformarea curentului alternativ în curent continuu se numește *redresare*. Generatorii prin inducție care dau curent continuu se numesc *dinamuri*.

Generatorii prin inducție produc totdeauna curent alternativ. Acest curent poate fi însă redresat, astfel încît în partea exterioară a circuitului să meargă într-un singur sens. Transformarea curentului alternativ în curent continuu se face cu ajutorul unui dispozitiv numit *colector*.

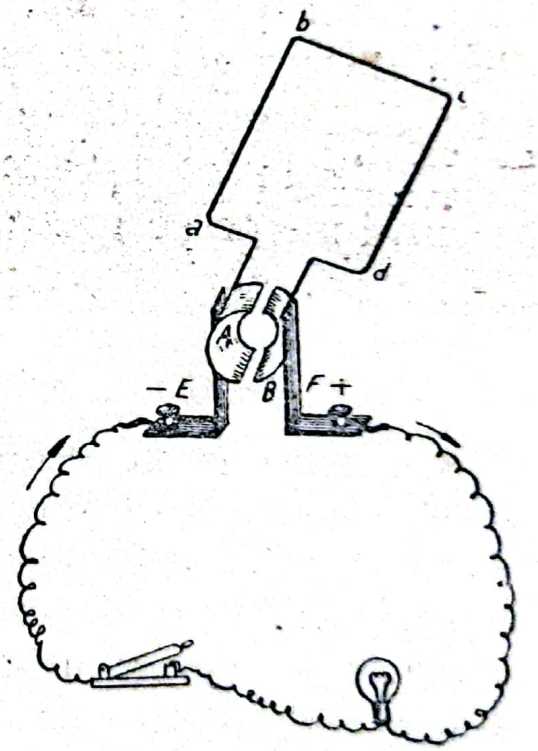


Fig. 217 — Schema colectorului.

În esență, generatorul de curent continuu este construit la fel ca și generatorul de curent alternativ, adică dintr-un inductor și un indus. Deosebirea constă în aceea că generatorul de curent continuu are în plus colectorul, care transformă curentul alternativ în curent continuu.

Colectorul este alcătuit din două lame semicirculare fixate pe axa cadrului și izolate de aceasta. Capetele sîrmei cadrului sînt lipite de lamele semicirculare (fig. 217). În figură, una dintre

Scanned with CamScanner

lamele semicirculare este notată cu A, iar cealaltă, cu B. Pe bornele colectorului se reazimă elastic (îndoindu-se din cauza elasticității) două lame de metal E și F, numite perii, puse în legătură cu bornele generatorului.

Realizăm circuitul din figura 217. Cadrul de sîrmă $a\ b\ c\ d$ formează partea interioară a circuitului (partea aflată în interiorul generatorului), iar sîrmele de legătură, becul etc. formează partea exterioară. Prin rotirea indusului, în cadrul de sîrmă $a\ b\ c\ d$ ia naștere un curent alternativ, care își schimbă sensul la fiecare jumătate de tură. Presupunem că, la un anumit moment, placa A face contact cu peria E, iar placa B, cu peria F. Curentul de inducție născut în cadru are sensul de la ab spre cd. În circuitul exterior, curentul merge de la F către E. Înseamnă că peria F este pol pozitiv al generatorului, iar peria E este pol negativ. După o jumătate de tură, sensul curentului în cadru se schimbă, circulînd de la dc către ba. Dar, în același timp, și contactul între lamele semicirculare și perii se schimbă. Acum lama A face contact cu peria F și lama B cu peria E. În circuitul exterior curentul merge tot de la F către E, deci are același sens. Întrucît la fiecare jumătate de tură contactele între lame și perii se schimbă, sensul curentului în partea exterioară a circuitului se menține și curentul alternativ de inducție născut în cadru se transformă în curent continuu.

Orice dinam este alcătuit din trei părți principale, și anume *inductorul*, *indusul* și *colectorul*.

Scanned with CamScanner

Inductorul dinamului (fig. 218) este un electromagnet în formă de *U*, avînd capetele scobite rotund, ca să permită rotirea indusului.

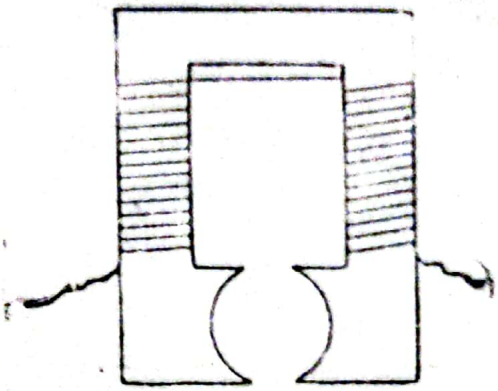


Fig. 218 — Inductorul unui dinam.

Indusul (fig. 219) este format dintr-o bobină înfășurată pe un cilindru de fier, de-a lungul generatoarei cilindrului. Indusul se așază în scobitura de la capetele inductorului și se rotește cu ajutorul unui motor Diesel sau al unei mașini cu abur. Pe axa indusului sînt fixate plăcile colectorului, pe care se reazimă elastic periile. De multe ori pe indus se așază mai multe bobine, care fac între ele unghiuri egale (fig. 220). Curenții

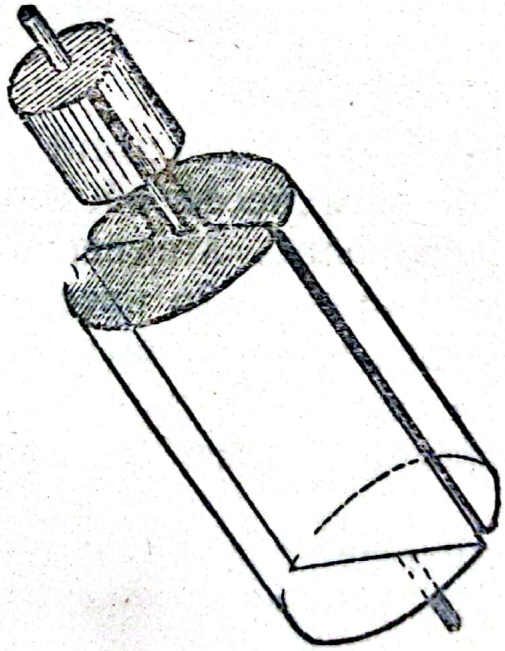


Fig. 219 — Indusul cu o singură bobină și cu colector.

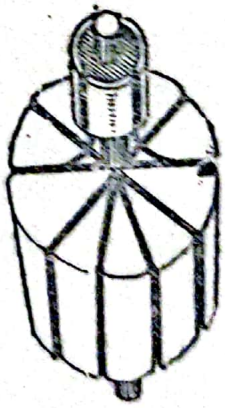


Fig. 220 — Indusul cu mai multe bobine și cu colector.

continui produși în acest caz sînt mai puternici și au o tensiune mai constantă.

Scanned with CamScanner

Dinamurile sînt mașini puternice, care produc curenți electrici cu intensitate mare și tensiune ridicată. Figura 221 reprezintă schema unui dinam.

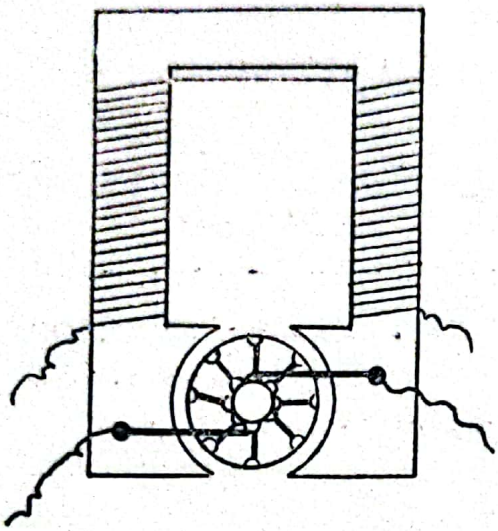


Fig. 221—Schema dinamului.

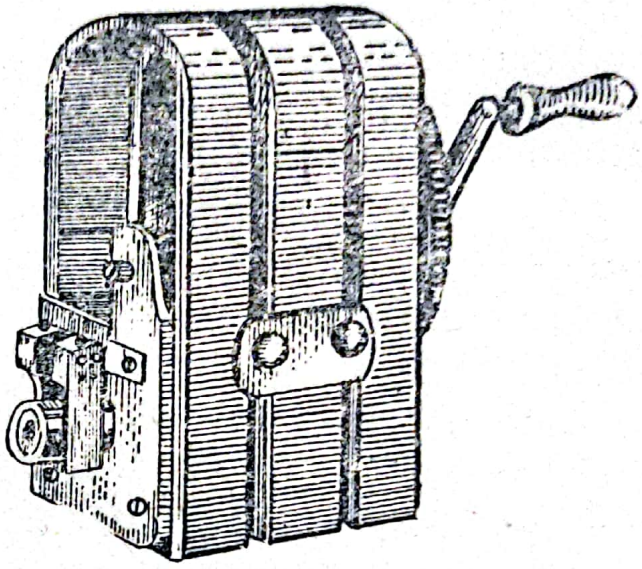


Fig. 222 — Magnetou.

Magnetoul este tot un generator de curent prin inducție. Se caracterizează prin aceea că inductorul este un magnet permanent. Magnetourile sînt mașini de mică putere, folosite în special la telefoane și la motoare pentru aprinderea amestecului de benzină și aer. În figura 222 se arată un magnetou folosit la telefoane pentru a acționa soneria de apel.

Reversibilitatea dinamurilor. Am văzut că dinamul produce curent prin învîrtirea indusului. Ca un dinam să producă curent trebuie să primească energie mecanică din altă parte. *Dinamul este deci un transformator de energie: consumă energie mecanică și produce energie electrică. Electromotorul, din contra, transformă energia electrică în energie mecanică.*

Scanned with CamScanner

S-a pus întrebarea dacă dinamul nu poate funcţiona şi ca electromotor, adică să transforme energia electrică în energie mecanică. S-au făcut experienţe şi s-a văzut că, atunci cînd prin sîrma indusului unui dinam se trece un curent, acesta începe să se rotească. Deci, un dinam poate funcţiona şi ca electromotor.

Proprietatea pe care o au dinamurile de a funcţiona, atît ca generator de curent, cît şi ca electromotor se numeşte *reversibilitate*. Spunem că dinamul este o maşină reversibilă. Ca generator de curent, dinamul transformă energia mecanică în energie electrică, iar ca electromotor transformă energia electrică în energie mecanică.

Reversibilitatea dinamului are o mare importanţă practică, deoarece permite transportul energiei la distanţă. Să ne închipuim că avem o cădere de apă care ne dă energie mecanică. Cu ajutorul căderii de apă se pune în funcţiune un dinam şi curentul produs de el este trimis la distanţă prin sîrme. Acolo, curentul este introdus în indusul unui alt dinam, care funcţionează ca electromotor, şi energia electrică este transformată din nou în energie mecanică. În acest mod, energia mecanică a căderii de apă a fost transportată la distanţă. Electromotoarele sînt folosite pentru a mişca diferite maşini, ca: războaie, torcătoare, ciocane, ferăstraie etc. Energia căderii de apă este folosită astfel la producerea bunurilor necesare vieţii.

Funcţionarea electromotorului. În esenţă, construcţia unui electromotor este asemănătoare cu a unui dinam, avînd indus, inductor şi colector. Funcţionarea electromotorului se bazează pe devierea unui curent de către un cîmp magnetic, aşa

Scanned with CamScanner

cum s-a arătat în capitolul despre principiul de funcţionare a electromotorului.

Electromotorul este alcătuit dintr-un magnet în formă de U, între polii căruia se află un cilindru de fier, pe care este înfăşurată o bobină de formă dreptunghiulară (fig. 223). Capetele bobinei sînt prinse la plăcile semicirculare ale unui colector, iar pe acestea se reazimă elastic două perii. Cînd prin sîrma bobinei circulă un curent, aceasta se roteşte cu o jumătate de tură. Colectorul face ca sensul curentului să se schimbe la fiecare jumătate de tură şi bobina continuă să se rotească în acelaşi sens.

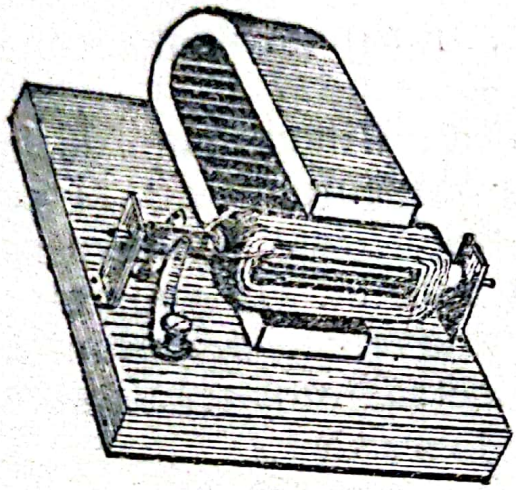


Fig. 223 — Electromotor.

Cilindrul cu bobina constituie rotorul, iar magnetul este stator (stă pe loc). Forţa de rotire este maximă cînd laturile bobinei trec prin faţa polilor şi de aceea rotirea este smucită, neuniformă. Pentru ca electromotorul să aibă un mers cît mai uniform, pe cilindrul rotorului se înfăşoară mai multe bobine, aşezate astfel ca să formeze între ele unghiuri egale. Capetele fiecărei bobine sînt lipite la două plăci ale colectorului şi lucrează independent. Colectorul nu mai are o singură pereche de plăci semicirculare, ci atîtea perechi de plăci cîte bobine sînt în rotor. Înseamnă că, la un moment oarecare, curentul circulă numai printr-o singură bobină.

Scanned with CamScanner

Electromotoarele făcute cu magneți permanenți se folosesc rar. Mult mai bune sînt electromotoarele făcute cu electromagneți. Acestea sînt

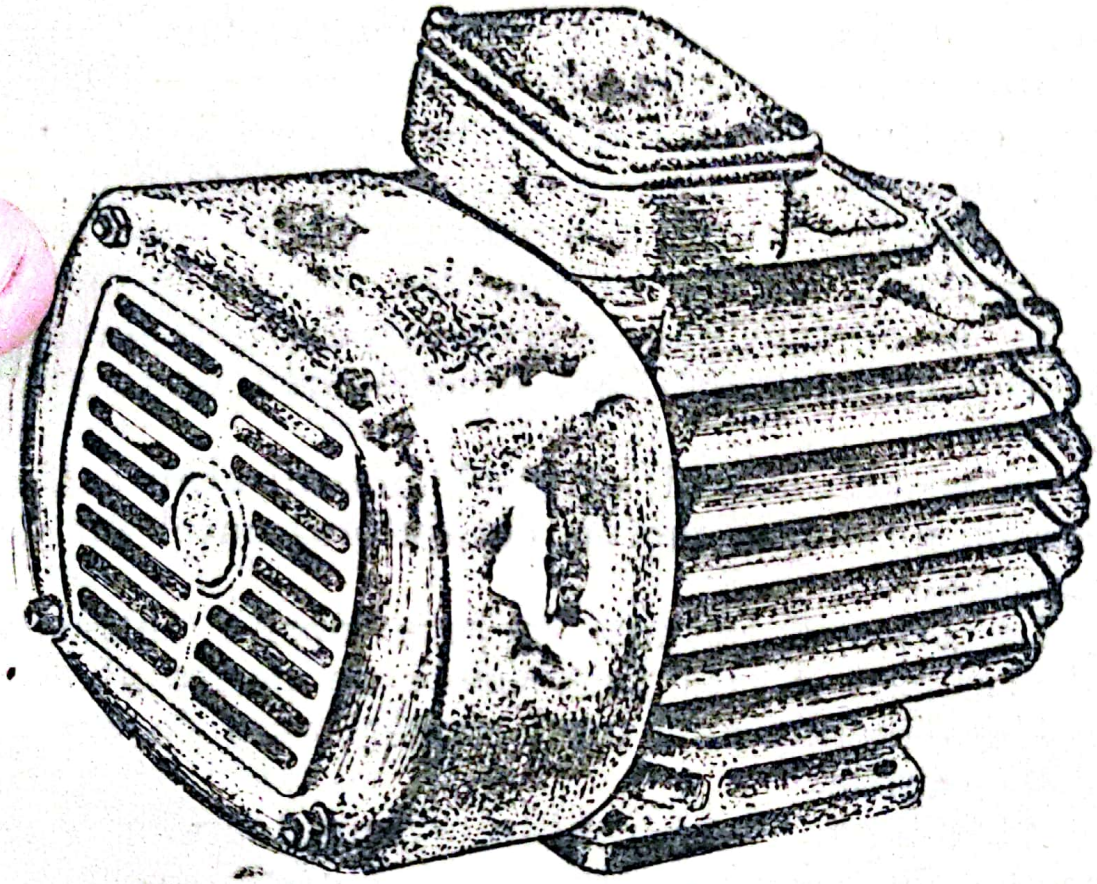


Fig. 224 — Fotografia unui electromotor.

mai mici, au o formă rotundă și sînt închise în cutii de metal, pentru a fi apărate de murdării și a se preveni accidentele (fig. 224).

Se construiesc electromotoare, atît pentru curent continuu, cît și pentru curent alternativ.

Avantajele electromotoarelor. Electromotoarele sînt foarte mult folosite în fabrici, uzine, ateliere, laboratoare etc., deoarece au multe avantaje față de alte feluri de motoare.

În primul rînd, electromotoarele au o construcție foarte simplă. Motoarele cu explozie au nevoie

Scanned with CamScanner

de cilindru, supape, volant etc. De aceea, nici nu se pot construi astfel de motoare prea mici. Dimpotrivă, electromotoarele pot fi făcute de la mărimea unui degetar pînă la cele de mărimi uriașe, a căror putere întrece cîteva mii de kilowați. Se pot construi electromotoare de orice mărime dorim. În acest fel, fiecare mașină din fabrică poate avea electromotorul propriu și poate funcționa independent. În caz că una din mașini se defectează, se oprește numai aceasta pentru reparații, iar celelalte își continuă funcționarea nestingherite.

În vechile fabrici, diversele mașini erau acționate de un singur motor, cu ajutorul curelelor de transmisie.

La orice defecțiune trebuia oprită întreaga fabrică, fără a mai ține seama de pericolul ce-l prezenta încrucișarea unui număr mare de curele de transmisie.

Al doilea avantaj al electromotoarelor este simplitatea mînuirii. Un electromotor nu necesită o îngrijire specială, nu are părți mobile care să se defecteze ușor, nu are nevoie de combustibil etc. Pornirea și oprirea electromotorului se face prin simpla manipulare a unui întrerupător. Mai mult, pornirea și oprirea pot fi făcute de la distanță, deoarece întrerupătorul poate fi așezat oriunde în circuit. De exemplu, electromotoarele care lucrează în mine sau în puțuri adînci pot fi pornite și oprite de la suprafața pămîntului.

Motoarele cu explozie degajă în timpul funcționării gaze urît mirositoare și nu pot fi folosite în camerele de locuit. În fabrici sînt instalații speciale de coșuri, pe unde gazele sînt date afară,

Scanned with CamScanner

ca să nu vicieze aerul. Electromotoarele nu degajă nici un fel de gaze în timpul funcţionării. Din contră, micile scîntei produse la colector ozonizează aerul, purificîndu-l. De aceea, electromotoarele pot fi folosite chiar în camerele de locuit, la ventilatoare şi alte maşini casnice, cum sînt cele de cusut etc.

În prezent, aproape că nu există domeniu al tehnicii în care electromotoarele să nu fie folosite pe o scară largă.

În uzine, electromotoarele sînt întrebuinţate pentru funcţionarea maşinilor-unelte, a războaielor de ţesut, a pompelor etc. Prin folosirea energiei electrice, o serie mare de operaţiuni grele, care se executau manual, sînt mecanizate.

În felul acesta electromotorul contribuie în mare măsură la uşurarea muncii în fabrici. Folosirea electromotorului scade preţul de cost al fabricatelor.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce sînt curenţii de inducţie?
2. Cum putem produce curenţi de inducţie cu ajutorul unui magnet?
3. Care este sensul curentului de inducţie, cînd mişcăm în interiorul unei bobine un magnet?
4. Cum putem produce curenţi de inducţie cu ajutorul curenţilor?
5. Ce este circuitul primar, dar circuitul secundar?
6. De ce depinde f.e.m. a curenţilor de inducţie?
7. Cum se deduce sensul curentului de inducţie?
8. În ce constă regula mîinii drepte?
9. Ce este un generator prin inducţie?
10. Cum se deduce sensul curentului de inducţie, care ia naştere cînd rotim un cadru între polii unui magnet în formă de *U*?

Scanned with CamScanner

11. Cum este sensul curentului de inducție, cînd un cadru se rotește continuu între polii unui magnet?
12. Ce este un curent alternativ?
13. Cum este alcătuit un generator de curent alternativ?
14. Ce este indusul și ce este inductorul?
15. Ce este statorul și ce este rotorul?
16. Ce sînt alternatorii?
17. Ce este dinamul?
18. Ce se înțelege prin redresarea curentului?
19. Care este rolul colectorului la dinam?
20. Cum este alcătuit colectorul cu plăci semicirculare?
21. Cum funcționează colectorul dinamului?
22. Care sînt părțile principale ale unui dinam?
23. Ce este magnetoul?
24. Ce se înțelege prin reversibilitatea dinamului?
25. Care sînt părțile principale ale unui electromotor?
26. De ce electromotoarele au electromagnet și nu au un magnet permanent?
27. Care sînt avantajele electromotoarelor față de motoarele cu explozie?
28. De ce în fabrici fiecare mașină are electromotorul ei?
29. Cum se poate porni de la suprafață un electromotor așezat în fundul unei mine?
30. Cum a contribuit electromotorul la ușurarea muncii celor care lucrează în fabrici?

LUCRAREA DE LABORATOR NR. 6

Producerea curenților de inducție. *Materiale necesare*: O pereche de bobine care să intre una în alta, un miez de fier, un galvanometru sensibil, un magnet drept, o bucată de fier, un acumulator, un întrerupător, sîrme pentru legături.

Legăm în circuit galvanometrul cu bobina mai mare (secundară). Introducem magnetul în bobină (fig. 225). Acul galvanometrului deviază spre stînga sau spre dreapta. Scoatem megnetul din bobină, acul galvanometrului deviază în sens invers. Introducem magnetul din nou în bobină, dar numai pînă la jumătatea acesteia, apoi îl oprim. Acul mag-

Scanned with CamScanner

netic deviază, dar revine la zero, cînd oprim mișcarea magnetului. Se repetă experiența, acum însă se introduce magnetul cu celălalt pol. Deviațiile acului galvanometrului se fac în sens contrar.

Așezăm magnetul în interiorul bobinei și apoi apropiem și depărtăm de un pol al lui o bucată de fier. Acul galvanometrului deviază într-un sens, cînd apropiem bucata de fier, și în sens contrar, cînd o depărtăm. Acesta este un nou mod de a produce curenți de inducție.

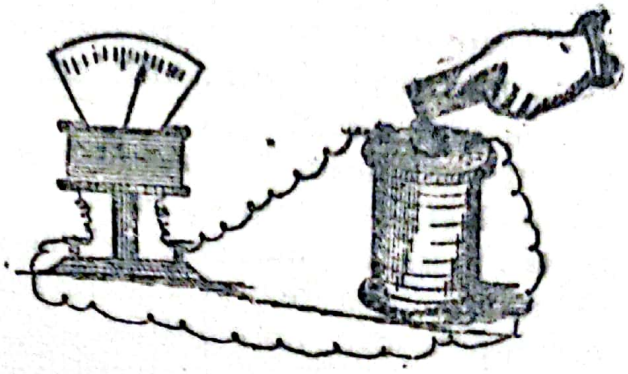


Fig. 225 — Producerea curenților de inducție cînd inductorul este un magnet.

Punem acum în legătură bobina mai mică (primară) cu acumulatorul, apoi o introducem și o scoatem din bobina secundară (fig. 226). Acul galvanometrului deviază într-un

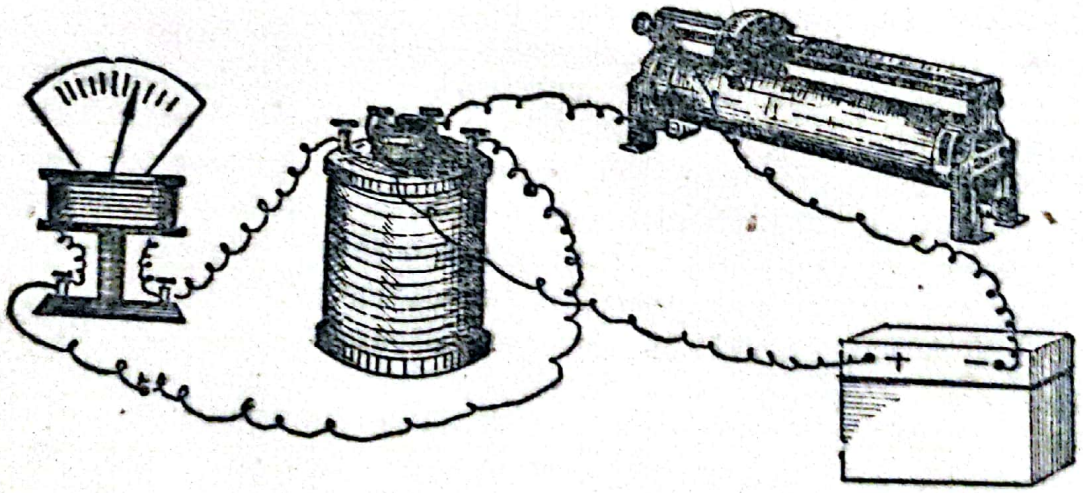


Fig. 226 — Producerea curenților de inducție cînd inductorul este un curent electric.

sens, cînd introducem bobina primară, și în sens contrar, cînd o scoatem. Deviațiile acului galvanometrului sînt însă

Scanned with CamScanner

mici, deci și curenții de inducție produși în acest fel sînt slabi.

Introducem în interiorul bobinei primare un miez de fier. Dacă mișcăm acum bobina primară în interiorul bobinei secundare, deviațiile acului galvanometrului vor fi mult mai pronunțate, arătînd că se produc curenți de inducție mai puternici.

Intercalăm un întrerupător în circuitul format de bobina primară și acumulator. Scoatem totodată și miezul de fier. În timp ce bobina primară se află în interiorul bobinei secundare, închidem și deschidem circuitul primar, mînuind întrerupătorul. Acul galvanometrului deviază într-un sens cînd închidem circuitul primar și în sens contrar cînd deschidem acest circuit. Deviațiile acului galvanometrului sînt și de astă dată mici. Dacă în interiorul bobinei mici introducem miezul de fier și repetăm încercările, deviațiile vor fi mult mai mari.

În sfîrșit, intercalăm în circuitul bobinei primare un reostat cu cursor. Prin deplasarea cursorului pe reostat putem introduce rezistențe variabile și deci putem modifica intensitatea curentului primar. În timp ce lăsăm să treacă curentul prin circuitul bobinei primare, așezată în interiorul bobinei secundare, mișcăm brusc cursorul reostatului spre dreapta și apoi spre stînga. Acul galvanometrului deviază într-un sens, cînd mișcăm cursorul spre dreapta, și în sens contrar, cînd îl mișcăm spre stînga. Înseamnă că atunci cînd variem brusc intensitatea curentului în bobina primară, se produc curenți de inducție în bobina secundară. Curenții de inducție au un sens la micșorarea intensității și un sens contrar la mărirea intensității curenților primari.

Experiența arată că curenții secundari care se obțin cînd se mărește brusc intensitatea curenților primari sînt de sens contrar cu cei primari, iar la micșorarea intensității curenților primari, curenții secundari care se produc sînt de același sens cu cei primari.

De asemenea, cînd apropiem circuitul primar de cel secundar sau cînd închidem circuitul primar, curentul indus este de sens contrar curentului primar, iar la depărtarea circuitului primar sau la întreruperea lui, curentul de inducție este de același sens cu curentul primar.

Scanned with CamScanner

TRANSPORTUL ENERGIEI LA DISTANȚĂ

Transformarea curentului. De multe ori în practică este nevoie să ridicăm sau să coborîm tensiunea unui curent. Diferitele aparate electrice sînt făcute pentru o anumită tensiune, spre exemplu 110 V sau 220 V. Astfel, becurile electrice, fierbătoarele electrice, aparatele de radio, electromotoarele etc. sînt făcute, fie pentru tensiunea de 110 V, fie pentru 220 V. Nu putem întrebuința un bec de 110 V pentru tensiunea de 220 V. Este nevoie deci să transformăm curentul de o anumită tensiune în alt curent cu tensiune diferită, fără ca puterea curentului să se modifice. După cum se știe, puterea curentului electric este dată de formula:

$$P = I \cdot U.$$

Dacă puterea P rămîne neschimbată și se mărește tensiunea de un anumit număr de ori, trebuie ca intensitatea să se micșoreze de același număr de ori. Numai astfel nu se schimbă produsul dintre intensitate și tensiune, adică puterea curentului. Deci, la transformarea curentului, dacă de exemplu se ridică tensiunea de cinci ori, intensitatea se micșorează de cinci ori și invers.

Transformatoare. Aparatele cu ajutorul cărora un curent de o anumită tensiune se transformă în alt curent de altă tensiune se numesc *transformatoare*. Curentul alternativ este ușor de transformat, în timp ce transformarea curentului continuu este mult mai complicată. Primul transformator a fost inventat în anul 1882 de către tehnicianul rus I.F. Usaghin.

Scanned with CamScanner

Transformatorul de curent alternativ este făcut dintr-un cadru de fier moale în formă de dreptunghi (fig. 227). Pe una din laturile cadrului este înfășurată o bobină din sîrmă groasă, cu spire mai puține, numită *bobină primară*. Pe latura opusă este o altă bobină din sîrmă mai subțire și cu spire mai multe, numită *bobină secundară*. Trecînd un curent alternativ de o anumită tensiune prin sîrma bobinei primare, în bobina secundară ia naștere un curent de inducție cu tensiunea mai mare, dar cu intensitatea mai mică. De cîte ori numărul de spire al bobinei secundare este mai mare decît al bobinei primare, tot de atîtea ori tensiunea curentului din bobina secundară este mai mare decît tensiunea curentului din bobina primară.

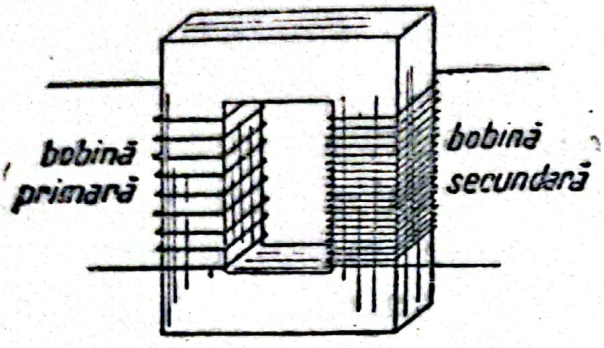


Fig. 227 — Transformator.

Există transformatoare care ridică tensiunea curentului, dar sînt și transformatoare care o coboară. Primele se numesc *transformatoare de ridicare* iar celelalte, *de coborîre*. Dacă numărul spirelor bobinei primare este mai mic decît al bobinei secundare, transformatorul ridică tensiunea. Dimpotrivă, cînd numărul spirelor bobinei primare este mai mare decît al bobinei secundare, transformatorul coboară tensiunea. Să nu se uite că ridicînd tensiunea curentului de inducție scade intensitatea, și invers.

Scanned with CamScanner

În figura 228 se vede un transformator de tip școlar, care ridică tensiunea curentului. În tehnică se folosesc, atît transformatoare de ridicare, cît și de coborîre a tensiunii.

Transformatorul de sonerie este cel mai folosit în locuințe. O sonerie electrică funcționează la un curent de 4—8 V. Însă curentul de la uzină are o tensiune de 110 V sau 220 V și ar strica soneria. De aceea, curentul de la uzină este trecut prin transformatorul de sonerie și tensiunea lui coboară la 6 V. Cu o asemenea tensiune curentul poate trece prin bobinajul soneriei, fără să-l strice. Transformatorul de sonerie este deci un transformator de coborîre.

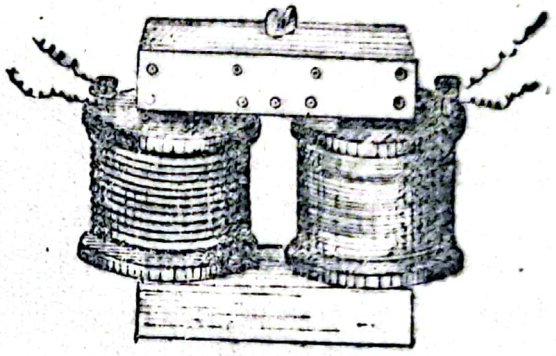


Fig. 228 — Transformator de tip școlar.

Transmiterea energiei electrice. Energia electrică se obține cu ajutorul energiei căderilor de apă sau a combustibililor. S-a constatat că este mai economic să avem o uzină electrică mare și de la aceasta să alimentăm mai multe fabrici, decît fiecare fabrică să-și aibă uzina proprie. Se pune însă problema ca energia electrică să fie transportată la distanțe mari.

Transportul energiei electrice este legat de anumite dificultăți. După cum se știe, curentul merge prin sîrme susținute cu stîlpi de lemn, fier sau beton.

La trecerea curentului sîrmele opun o rezistență electrică și se încălzesc. Energia electrică se trans-

Scanned with CamScanner

formă în căldură fără folos și deci se pierde. Trebuie să facem în așa fel ca aceste pierderi să fie cît mai mici.

La capitolul despre efectul termic al curentului s-a arătat că încălzirea unui conductor depinde de rezistența sa și de intensitatea curentului. Pentru a reduce pierderile de energie, ar trebui să folosim sîrme foarte groase cu rezistență mică. Aceste sîrme, pe lîngă că ar costa foarte mult, ar fi și prea grele, iar stîlpii care le susțin ar trebui să fie deși. Pierderile de energie electrică pot fi mult micșorate, dacă se transmit la distanță curenți cu intensitate mică și tensiune mare. De aceea, curenții produși de uzină, înainte de a fi trimiși la distanțe, sînt introduși în transformatoare, care le ridică tensiunea și le micșorează intensitatea.

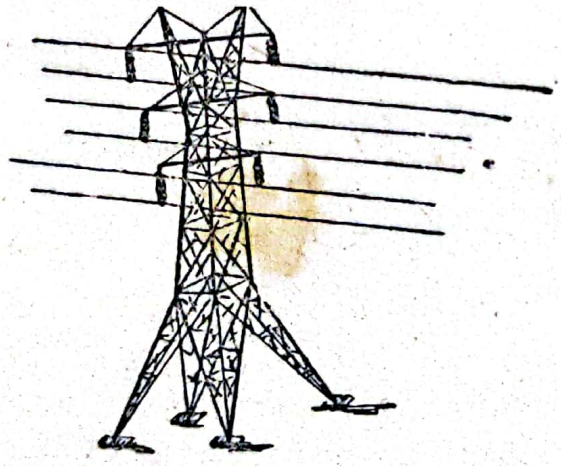


Fig. 229 — Linie de înaltă tensiune.

Iată pe scurt cum se face transportul energiei la distanță. Curentul produs de generatoarele uzinei este adus la un transformator, unde i se ridică tensiunea la 60 000 — 150 000 V sau chiar mai mult. Cu această tensiune foarte ridicată curentul este trimis prin sîrme aeriene (fig. 229), numite *linii de înaltă tensiune*, în localitățile unde este nevoie. Trebuie însă luate măsuri ca liniile de înaltă tensiune să fie bine izolate. Sîrmele prin care trece curentul sînt de cupru, neizolate și susținute pe stîlpi de

Scanned with CamScanner

fier sau de beton. Fixarea sîrmelor la stîlpi se face prin intermediul unor izolatori mari de porțelan. Cu cît tensiunea este mai înaltă, cu atît izolarea la stîlpi trebuie să fie mai bună. Se folosesc în acest scop mai mulți izolatori așezați unul sub altul. În localitatea de destinație, curentul este introdus într-un transformator de coborîre, unde tensiunea se micșorează mai întîi la 6600 V, apoi la 220 V sau 110 V. Cu această tensiune redusă curentul este trimis prin linii aeriene sau subterane la fabrici sau locuințe. Curenții cu tensiuni prea ridicate nu pot fi aduși în locuințe sau fabrici, deoarece sînt periculoși și necesită izolații speciale, foarte costisitoare. În orașe, sîrmele prin care trece curentul sînt izolate, îmbrăcate în plumb și îngropate în pămînt. Așa sînt făcute liniile subterane. În fabrici, curentul este întrebuințat la funcționarea electromotoarelor, la luminat, încălzit etc.

Întrebuințarea energiei electrice în industrie, transport și agricultură. Energia electrică are marele avantaj de a putea fi transportată la distanțe mari, cu pierderi minime și cheltuieli puține. Se poate spune că energia electrică este o energie de tip superior, este energia societății socialiste. Foloasele energiei electrice sînt nenumărate și se poate afirma că nu este sector de activitate în care să nu se folosească.

Industria folosește energia electrică în toate ramurile. Extragerea unor metale din minereuri, cum sînt aluminiul și magneziul, se face cu ajutorul curentului electric prin electroliză. Din aluminiu se fac sîrme electrice, schelete de avioane, pistoane de mașini, vase de bucătărie și multe

Scanned with CamScanner

alte obiecte. Magneziul, un metal mai ușor decît aluminiul, se prepară, de asemenea, prin electroliză și servește la construcția scheletelor și motoarelor de avion. Cuprul se prepară și se purifică tot pe cale electrolitică. Din cupru se fac sîrme electrice și piese de mașini. În ultima vreme, cuptoarele electrice pentru obținerea fierului încep să fie tot mai folosite. Ele dau un metal de calitate superioară. Din aceste puține exemple reiese importanța energiei electrice pentru industria metalurgică.

Și industria prelucrătoare folosește energia electrică pe o scară întinsă. Sculele și piesele de mașini trebuie călite sau prelucrate ca să capete o anumită elasticitate. Operațiunea se realizează prin încălzirea lor la diferite temperaturi, numită și *tratament termic*. În această privință, cuptoarele electrice sînt cele mai recomandabile, deoarece temperatura din interior poate fi potrivită cu multă precizie și controlul este ușor de făcut.

Industria chimică de bază folosește energia electrică la prepararea multor produse. Soda caustică și uneori chiar soda de rufe se obțin cu ajutorul curentului electric, prin electroliza soluțiilor de sare. De asemenea, galvanizarea, o ramură a electrotehnicii, folosește energia electrică pentru acoperirea sîrmelor și tablelor de fier cu zinc. Sîrma galvanizată este utilizată la liniile telefonice, telegrafice etc. Cu tablă galvanizată se acoperă casele și se fac multe obiecte folositoare.

Folosirea energiei electrice a dus la mecanizarea și automatizarea multor operații în fabrici. Odini-

Scanned with CamScanner

oară, transportul materialelor grele dintr-un loc într-altul în interiorul fabricii se făcea cu mîna. Astăzi se folosesc, în acest scop, macarale electromagnetice, cărucioare electrice, poduri rulante etc. Numărătoarea și controlul pieselor fabricate se fac automat cu ajutorul ochiului electric. Energia electrică permite mecanizarea chiar a operațiilor mărunte, cum sînt lipirea tablelor cu cositor, strîngerea șuruburilor, efectuarea găurilor de dimensiuni mici etc. Strungurile și mașinile-unelte sînt puse în funcțiune prin electromotoare, schimbarea și

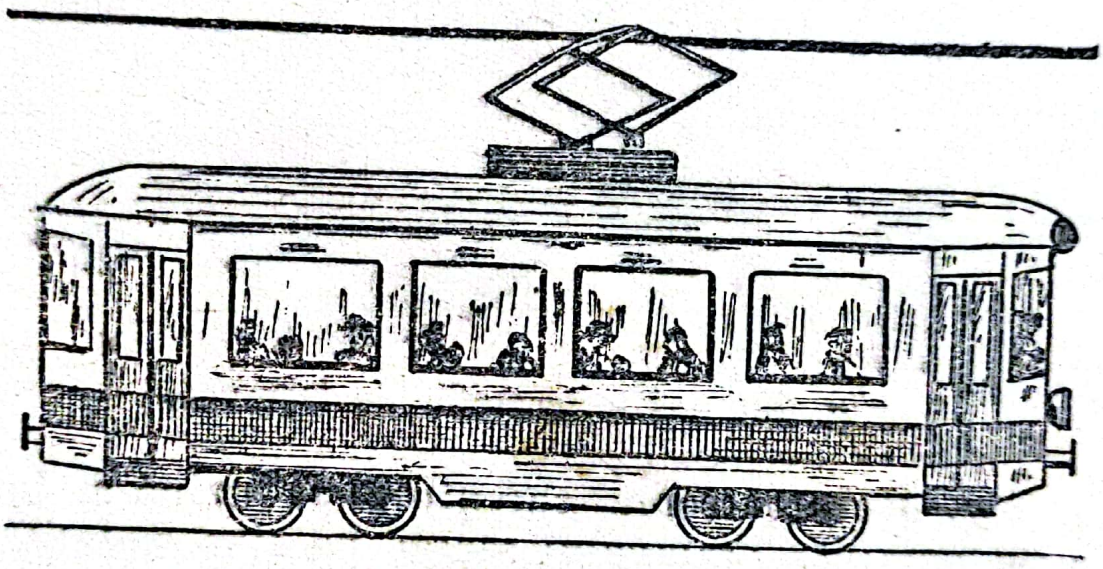


Fig. 230 — Tramvai electric.

dimensionarea pieselor făcîndu-se în mod automat.

Transporturile formează o altă ramură a economiei în care energia electrică este utilizată pe scară întinsă.

În orașele mari, tramvaiul este cel mai ieftin mijloc de transport. Vagoanele de tramvai (fig. 230) au electromotoarele așezate chiar pe osii, sub

Scanned with CamScanner

platformă (fig. 231). Curentul vine de la uzină printr-o sîrmă de cupru, susținută prin stîlpi de fier și cabluri de oțel. Contactul cu linia aeriană se face printr-un dispozitiv în formă de arc, numit

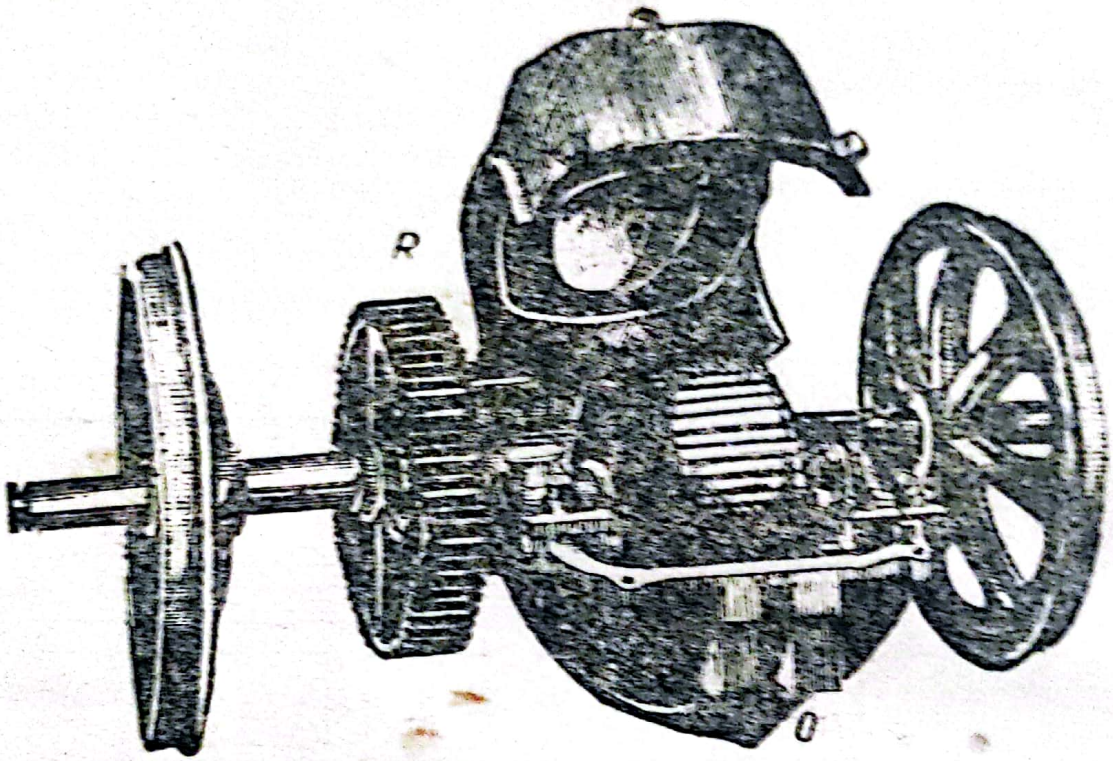


Fig. 231 — Electromotor de tramvai.

troleu. Reîntoarcerea curentului la uzină se face prin pămînt. Tramvaiul merge pe șine sudate la capete și îngropate în pavaj, ca să nu împiedice mersul altor vehicule. Pe platforma dinainte a vagonului se află un reostat cu manetă, care permite conducătorului să introducă în circuit o rezistență mai mică sau mai mare și chiar să întrerupă circuitul. În acest fel, tramvaiul merge mai repede sau mai încet sau se oprește. În circuit se mai găsesc siguranțe și întrerupătoare automate, care întrerup curentul îndată ce intensitatea devine periculoasă pentru bobinajele electromotoarelor.

Scanned with CamScanner

Troleibusul (fig. 232) este un automobil care merge cu ajutorul unor electromotoare. Are roți de cauciuc și nu strică asfaltul străzilor. Alimentarea cu curent se face prin două trolee care se sprijină pe două sîrme susținute pe stîlpi.

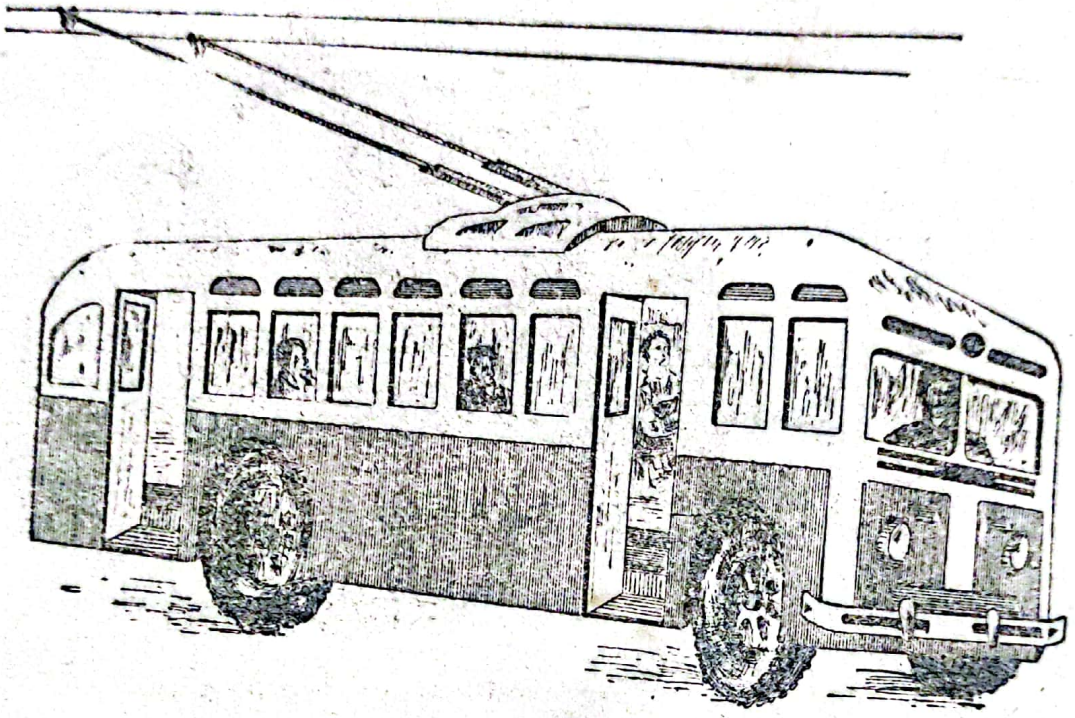


Fig. 232 — Troleibusul.

În marile capitale cum sînt: Moscova, Paris, Londra etc. circulă trenuri electrice subterane, numite *metrouri*. Acestea au avantajul că nu stînjenesc circulația celorlalte vehicule și nu dau loc la accidente

Trenurile electrice sînt trenuri trase de locomotive prevăzute cu motoare electrice (fig. 233). Ele sînt mult mai confortabile decît trenurile cu locomotive cu abur. Trenurile electrice au viteză mare și consumul redus. În mine, transportul minereurilor se face tot cu un fel de trenuri electrice

Scanned with CamScanner

(fig. 234). Acestea au avantajul că nu produc scîntei periculoase pentru gazele inflamabile care izvo-

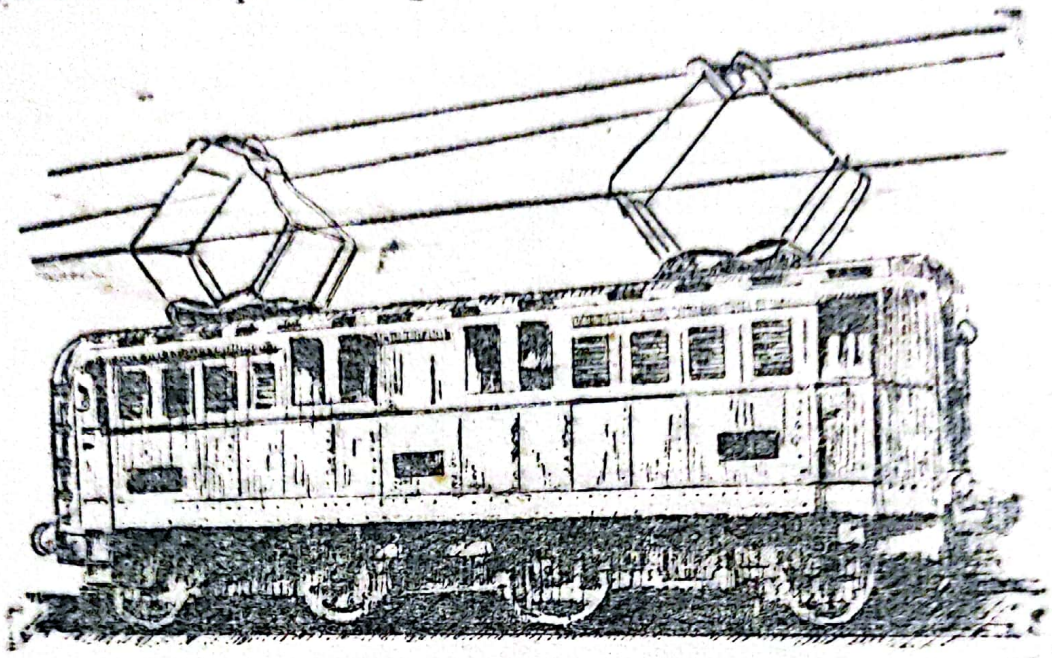


Fig. 233 — Locomotivă electrică.

răsc uneori în mine. Prin astfel de transporturi munca minerilor devine mai ușoară.

Fig. 234 — Tren electric folosit în mine.

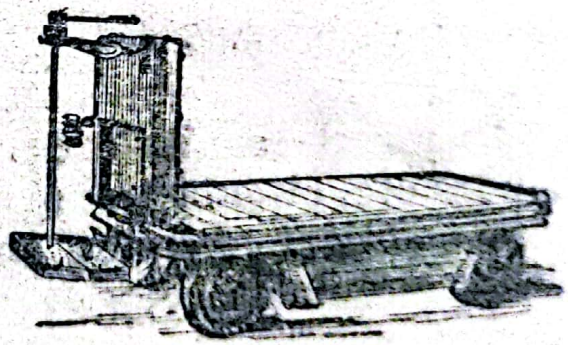


Fig. 235 — Cărucior electric folosit în gări.

În multe gări de cale ferată, transportul bagajelor și mărfurilor se face cu ajutorul cărucioarelor electrice (fig. 235). Curentul necesar este dat de o

Scanned with CamScanner

baterie de acumulatori, așezată sub platforma căruciorului.

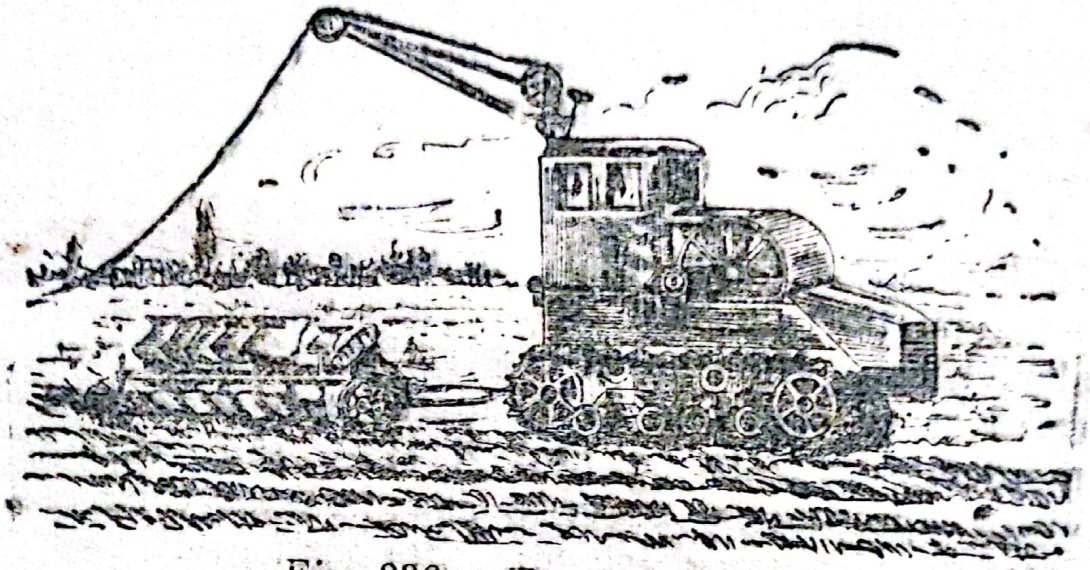


Fig. 236 — Tractor electric.

Agricultura a început să folosească, de asemenea, tot mai mult energia electrică. Tractoarele electrice (fig. 236) trag brazde adînci pe ogoarele

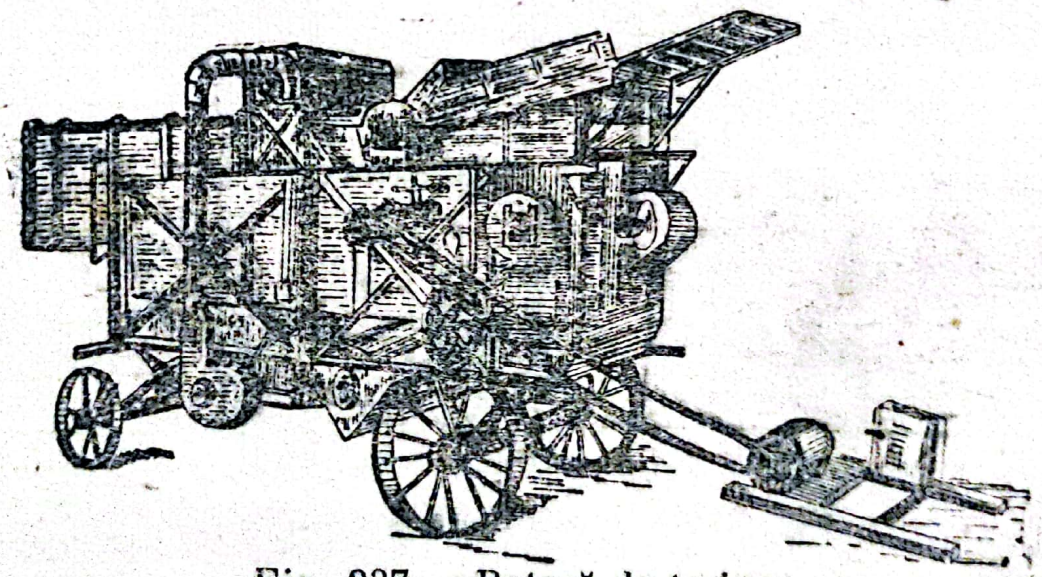


Fig. 237 — Batoză de treierat.

gospodăriilor agricole de stat și colective. Acolo unde este folosită energia electrică, tractoarele

Scanned with CamScanner

electrice ară mai cu spor şi costul arăturii este mai redus.

Electromotoarele sînt întrebuinţate în agricultură pentru acţionarea batozelor de treierat (fig. 237), a pompelor pentru irigarea cîmpurilor de zarzavat şi orez, a vînturătoarelor, a tocătoarelor de nutreţ, a trioarelor de curăţat cerealele etc. În Republica Populară Romînă, multe din ariile gospodăriilor de stat sau colective sînt astăzi electrificate. Luminatul electric permite ca treieratul să se continue şi noaptea, spre a se evita pierderile cauzate de ploi şi timp rău. Într-un viitor apropiat se prevede ca electromotorul să mecanizeze majoritatea muncilor agricole.

În domeniul creşterii animalelor, adică al zootehniei, de asemenea energia electrică a găsit multe aplicaţii. Maşinile electrice de muls (fig. 238), de

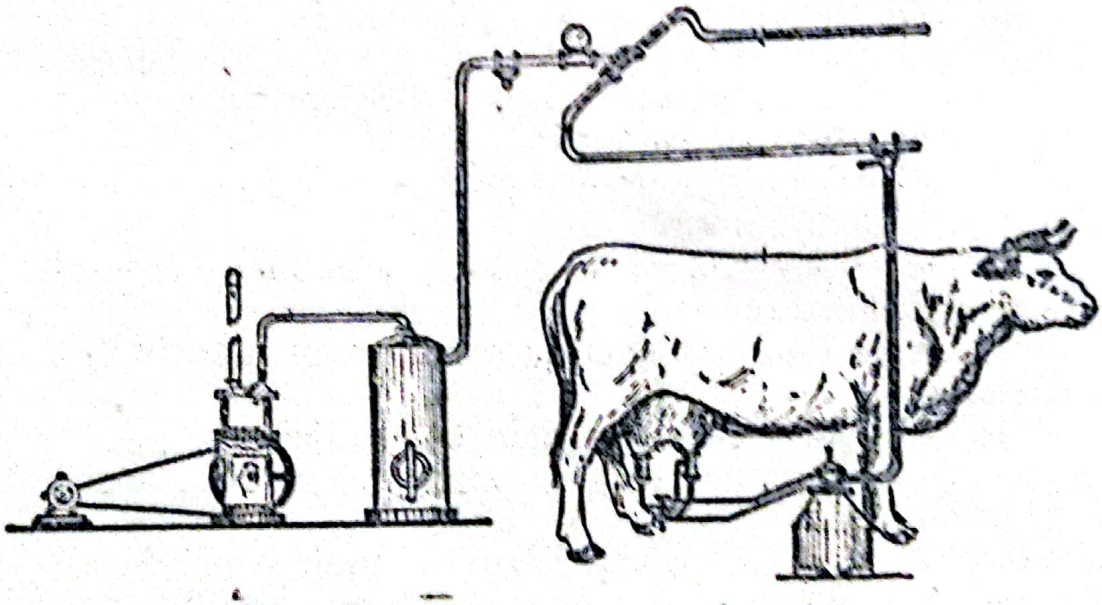


Fig. 238 — Mulgătoare electrică.

sterilizat laptele, de scos mierea din faguri etc., sînt numai cîteva exemple. Astăzi se fac cercetări ca şi pescuitul să se facă pe cale electrică.

Scanned with CamScanner

Energia electrică a devenit astăzi ieftină și la îndemîna oricui. Folosirea energiei electrice pe o scară din ce în ce mai largă ușurează munca, scade prețul de cost al fabricatelor și ridică nivelul de trai al muncitorilor.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce înseamnă transformarea curentului?
2. Cînd avem nevoie să transformăm curentul?
3. Cînd tensiunea unui curent se mărește, ce se întîmplă cu intensitatea acelui curent?
4. Ce sînt transformatoarele?
5. Din ce părți este alcătuit un transformator?
6. Cînd un transformator ridică tensiunea și cînd o coboară?
7. La ce servește transformatorul de sonerie?
8. Prin ce se transmite energia electrică la distanță?
9. De ce sîrmele, prin care trece curentul ce vine de la o uzină, nu pot fi prea groase?
10. Prin ce efect se produc pierderi de energie, cînd curentul e trimis la distanță?
11. Cum se pot micșora pierderile de energie la transmiterea curentului la distanță?
12. Ce se face cu curentul produs de uzină, înainte de a fi trimis la distanță?
13. De ce trebuie să se reducă tensiunea curentului la locul de utilizare?
14. La ce folosește energia electrică în industriile metalurgice?
15. Ce metale se obțin prin electroliză?
16. De ce cuptoarele electrice sînt mai bune decît cele cu cărbuni?
17. Ce înseamnă mecanizarea muncilor în fabrici? Dar automatizarea?
18. Unde se folosește energia electrică în transporturi?
19. Ce avantaje au transporturile electrice?
20. Ce foloase aduce curentul electric în agricultură?
21. Dar în zootehnie?
22. Cum contribuie energia electrică la ridicarea nivelului de trai și cultural al oamenilor muncii?

Scanned with CamScanner

CENTRALE ELECTRICE

Centralele electrice sînt instalaţii unde ia naştere energia electrică prin transformarea altor forme de energie. În prezent, cele mai obişnuite forme de energie, folosite la producerea energiei electrice, sînt energia termică a combustibililor şi energia căderilor de apă. În alte ţări se mai foloseşte energia eoliană (energia vînturilor), energia solară, şi din 27 iunie 1954 în Uniunea Sovietică se foloseşte şi energia atomică.

Termocentralele sînt instalaţii care transformă căldura dezvoltată prin arderea combustibililor în curent electric. Asemenea centrale se construiesc chiar în apropierea minelor de cărbuni, a izvoarelor de gaze naturale etc., pentru a evita transportul combustibilului, mai ales cînd acesta are o valoare calorică redusă.

Punerea în funcţiune a termocentralelor se face pe baza maşinilor termice: maşini cu abur, turbine, motoare Diesel sau motoare cu explozie. În uzinele mari se folosesc îndeosebi turbinele care pot fi de două feluri: turbine cu abur şi turbine cu gaz (fig. 239).

La turbinele cu abur, energia termică rezultată din arderea combustibililor este folosită pentru încălzirea apei şi transformarea ei în vapori. Asemenea uzine au instalate cazane enorme, în care apa este adusă la fierbere arzînd cărbuni sau gaze naturale. Aburul fierbinte, sub o presiune ridicată, este trimis prin nişte ţevi de fier la turbine, unde energia lui este folosită la învîrtirea roţilor. Orice turbină are o roată cu palete (lopeţi), în care izbesc vaporii de apă şi o fac să se rotească.

Scanned with CamScanner

Energia termică a aburului fierbinte se transformă în energie mecanică. De axul turbinei este prins rotorul unui generator de curent, care se învîrteşte

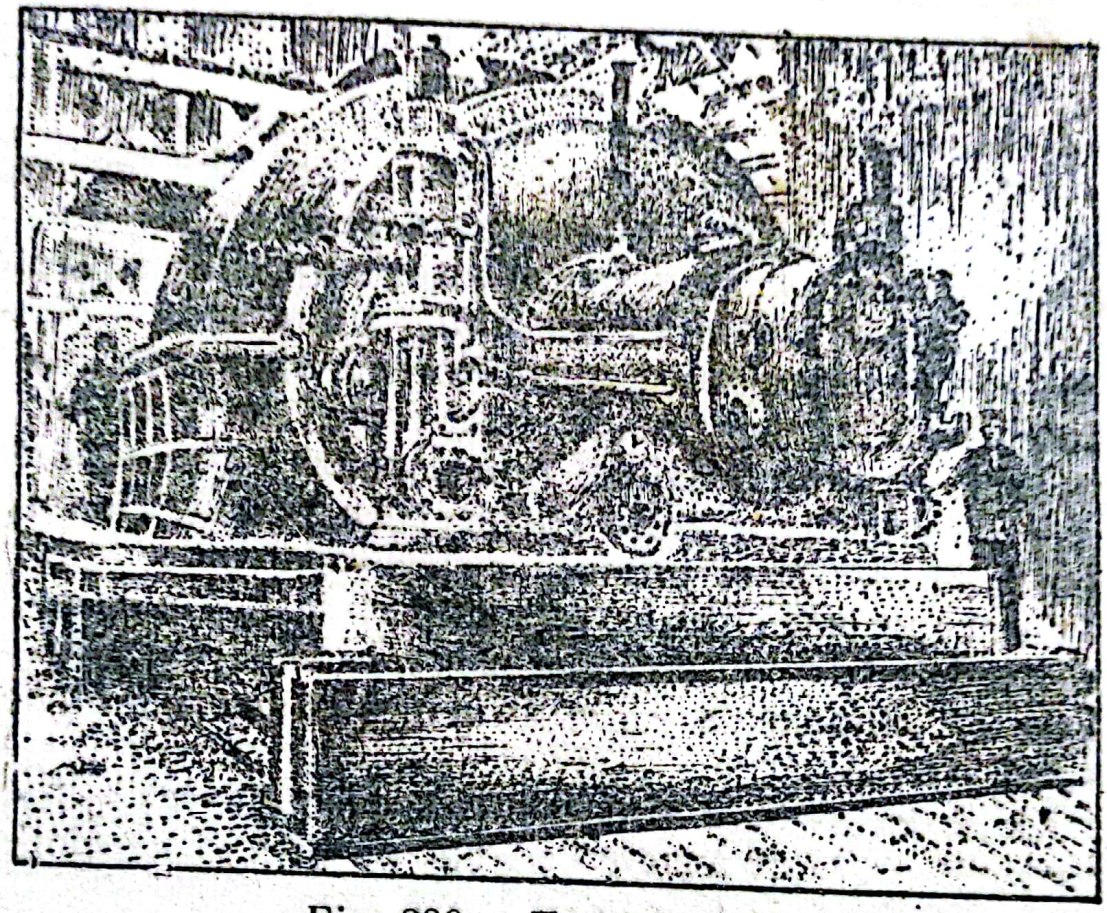


Fig. 239 — Turbină cu abur.

o dată cu axul. În acest fel, energia mecanică a turbinei se transformă în energie electrică. Rezultă că în orice termocentrală avem o transformare dublă de energie: energia termică se transformă în energie mecanică şi apoi această energie mecanică se transformă în energie electrică.

Turbinele cu gaze sînt mai perfecţionate şi nu mai folosesc vaporii de apă pentru învîrtirea roţilor. Gazele aprinse, avînd o temperatură de peste 500°C şi o presiune foarte mare, trec peste

Scanned with CamScanner

paletele turbinei și o pun în mișcare. Obișnuit, rotorul generatorului de curent este fixat chiar pe axul turbinei, formînd o singură mașină, numită *turbogenerator*.

Sub acțiunea gazelor fierbinți, turbogeneratoarele capătă o turație foarte mare și produc curenți de inducție, cu tensiuni între 5000 și 10 000 V.

În termocentralele mai mici, cum sînt acelea care servesc pentru alimentarea unui singur oraș, funcționarea dinamurilor și alternatoarelor se face cu ajutorul mașinilor cu abur sau a motoarelor Diesel. Randamentul mașinilor cu abur este mai mic decît al turbinelor, însă costul lor este mai scăzut. Motoarele Diesel funcționează cu motorină sau alte produse grele extrase din petrol. Costul energiei electrice, produsă cu ajutorul motoarelor Diesel sau cu explozie, este mai ridicat. De aceea, se tinde să se construiască centrale electrice mari, care să alimenteze regiuni întinse cu energie electrică ieftină.

Hidrocentralele sînt centrale electrice care folosesc energia căderilor de apă, numită și *cărbune alb*. Apa rîurilor și lacurilor reprezintă energie, care poate fi folosită la punerea în funcțiune a generatoarelor de curent.

Rîurile de munte au în general apă puțină, dar apa cade de la înălțime mare. Din contra, rîurile de cîmpie au apă multă, dar ea curge de la o înălțime mică. Și unele și altele pot fi folosite la punerea în funcțiune a generatoarelor de curent.

„Apele țării noastre au o putere totală amenajabilă de 5 650 000 kW, putînd produce în anii normali 27,2 miliarde kilowați-oră energie."

Scanned with CamScanner

(Gh. Gheorghiu-Dej, *Raport asupra planului de electrificare a țării.*)

Pentru captarea energiei unei căderi de apă, trebuie ca apa să fie zăgăzuită, adică să se construiască un baraj (fig. 240), și cursul să fie amenajat. Apele

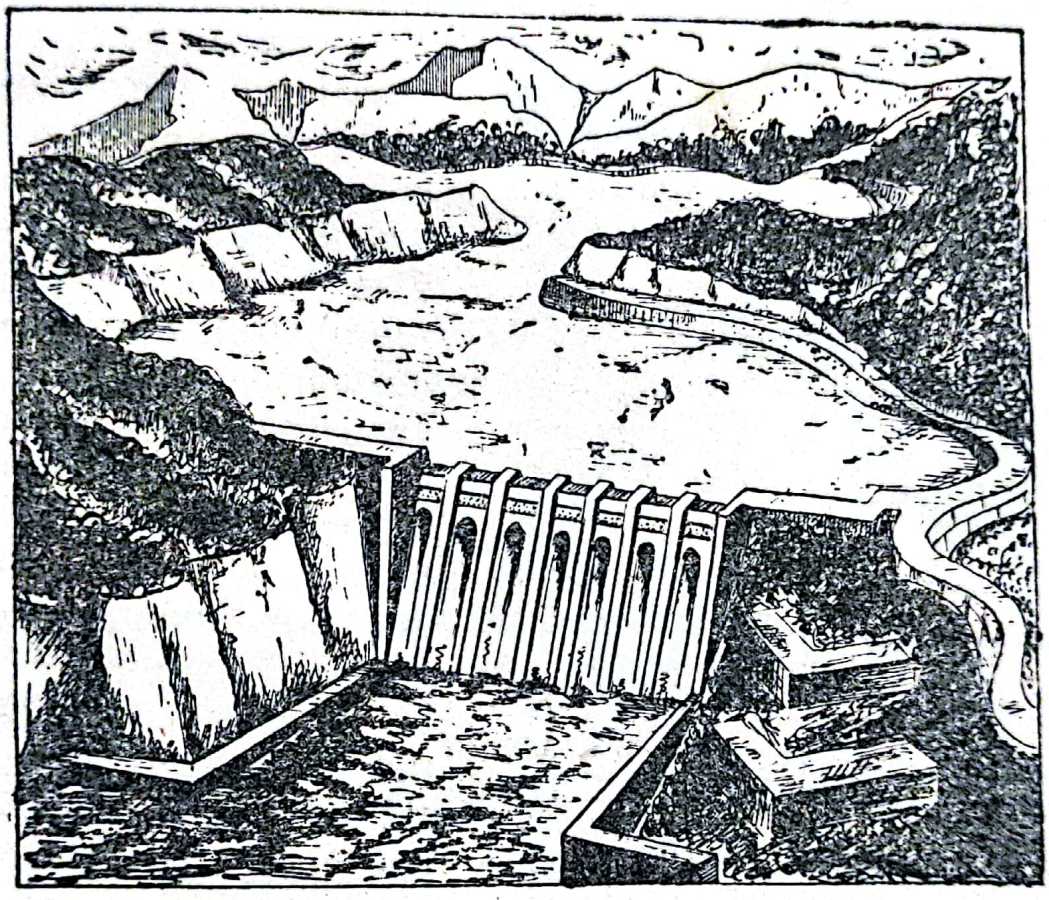


Fig. 240 — Baraj.

rîului se adună într-un lac de acumulare, de unde căzînd pun în funcțiune turbinele hidraulice. Formarea lacului de acumulare este necesară pentru a menține debitul apei același în tot timpul anului. Apele scad în lunile secetoase și cresc în lunile ploioase. Ar însemna ca hidrocentralele să dea mai puțină energie electrică în lunile secetoase

Scanned with CamScanner

și mai multă în lunile ploioase. Prin formarea lacului de acumulare se face ca producerea curentului să se mențină la același nivel tot timpul.

Din lacul de acumulare apele sînd conduse printr-un tunel de formă rotundă, căptușit cu beton, pînă în apropierea locului unde se instalează hidrocentrala. De aici apele trec prin niște țevi groase de fier, așezate cu înclinare mare și numite *conducte forțate* (fig. 241). Prin aceste țevi apa curge cu o viteză foarte mare. La capătul de jos al conductelor forțate se găsesc turbinele în forma unor roți enorme cu palete. Apa, izbind cu putere în palete, le face să se învîrtească și să producă lucru mecanic. De axul turbinei este prins rotorul dinamului care se învîrtește o dată cu acesta, producînd curent electric.

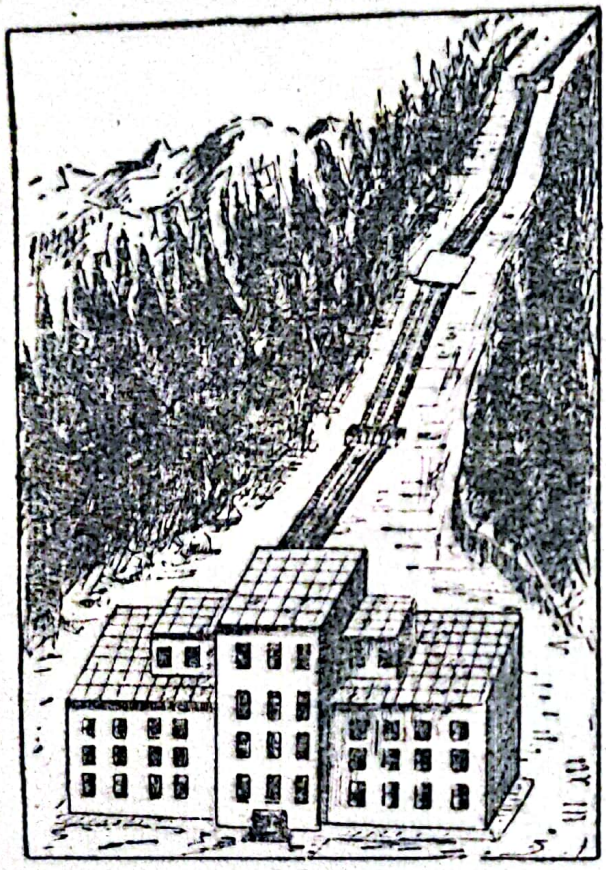


Fig. 241 — Conducte forțate.

La centrala hidroelectrică „V. I. Lenin", apele Bistriței vor fi zăgăzuite la Bicaz, unde se construiește puternicul baraj de beton care să poată rezista presiunii apei. Se va forma aici un imens lac de acumulare, care va servi, atît pentru producerea energiei electrice, cît și pentru cultura pești-

Scanned with CamScanner

lor, irigații etc. Apele acestui lac vor trece prin tunelul construit între satele Cîrnu și Stejarul, unde vor pătrunde în conductele forțate și vor învîrti enormele turbine hidraulice. Energia electrică produsă va servi pentru ridicarea nivelului economic și cultural al regiunilor moldovene, atît de înapoiate altădată.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este o centrală electrică?
2. De ce sînt mai avantajoase centralele mari decît cele mici?
3. De cîte feluri sînt centralele electrice?
4. Ce este o termocentrală?
5. Ce sînt turbinele cu abur? Dar turbinele cu gaze?
6. Ce transformări de energie au loc într-o termocentrală?
7. Ce este un turbogenerator?
8. Ce este o hidrocentrală?
9. La ce este necesar barajul?
10. Ce este și la ce servește lacul de acumulare?
11. Care este mersul apei de la lacul de acumulare la turbina hidraulică?
12. Ce sînt conductele forțate?
13. Care este cea mai mare uzină hidroelectrică ce se construiește la noi în țară?

ELECTRIFICAREA ȚĂRII

Țara noastră posedă rezerve foarte mari de energie. Căderile de apă reprezintă surse de energie mecanică. Petrolul, gazul metan, cărbunii de pămînt etc. sînt rezerve de energie calorică. Dintre toate formele de energie însă, energia electrică este superioară. De aceea se tinde ca toate rezervele

Scanned with CamScanner

de energie din țară să fie transformate în energie electrică.

Electrificarea țării înseamnă transformarea tuturor formelor de energie în energie electrică, transmiterea ei la distanțe și folosirea în fabrici, uzine, transporturi, agricultură etc.

Din punct de vedere tehnic, problema electrificării se rezolvă prin utilizarea dinamurilor, transformatoarelor și electromotoarelor. Dinamul transformă energia căderilor de apă sau a combustibililor în energie electrică; transformatorul permite ca energia electrică să poată fi transporată la distanțe cu pierderi minime și cost redus, iar electromotorul transformă energia electrică în energie mecanică, pentru acționarea diferitelor mașini și unelte.

Datorită superiorității energiei electrice, electrificarea țării formează una din cele mai importante sarcini ale construirii socialismului. Energia electrică se poate obține din alte forme de energie și, la rîndul ei, se poate transforma ușor în alte forme de energie. Utilizarea energiei electrice permite obținerea unor mecanisme de mare perfecțiune, mecanizarea muncilor brute și automatizarea procesului de producție.

Țara care a pornit întîi la electrificare a fost Uniunea Sovietică.

Partidul și guvernul țării noastre, folosind marea experiență a Uniunii Sovietice, au conceput un vast plan de electrificare. Țara noastră este bogată. Avem imense rezerve de energie și folosirea lor rațională se poate face numai pe calea electrificării. Apele noastre de munte, Bistrița la Bicaz, Dunărea la Cazane, reprezintă enorme rezerve de energie care se iroseau zadarnic. Electrificarea

Scanned with CamScanner

înseamnă captarea acestor energii și punerea lor în slujba omului pentru ridicarea nivelului de trai.

De asemenea, avem mari zăcăminte de lignit și alți cărbuni de calitate inferioară. Transportul acestor combustibili este prea costisitor. Dacă se construiesc uzine electrice chiar la gura minelor de cărbuni se evită transportul. Energia electrică se transmite prin sîrme la distanțe mari, cu un cost extrem de scăzut.

Oamenii muncii trebuie să nu rămînă pasivi în fața forțelor naturii. Trebuie smulse rezervele de energie și puse în slujba omului pentru ridicarea nivelului de viață. Planul de electrificare a țării prevede construirea unor centrale electrice, care să folosească din plin, atît energia căderilor de apă, cît și a combustibililor inferiori.

Pînă la elaborarea planului de electrificare, țara noastră dispunea numai de centrale mici, cu o putere totală de 740 000 kW. Din cauza uzurii mașinilor, numai 600 000 kW se puteau utiliza. Majoritatea uzinelor foloseau un combustibil scump de calitate superioară, absolut necesar industriei chimice, cum este petrolul.

Cea mai mare uzină hidroelectrică era cea de la Dobrești, cu o putere de 16 000 kW. Celelalte erau în special uzine termoelectrice, folosind drept combustibil derivatele din petrol. Prin planul de electrificare se urmărește folosirea energiei electrice pentru dezvoltarea tuturor industriilor noastre, electrificarea căilor ferate, a gospodăriilor de stat și colective și extinderea rețelei de curent, pînă la cele mai depărtate cătune.

În realizarea planului de electrificare, în luna august 1952 a fost pusă în funcțiune centrala ter-

Scanned with CamScanner

moelectrică „Gh. Gheorghiu-Dej" de la Doicești. Este cea mai puternică termocentrală construită pînă atunci și a fost realizată într-un interval de numai doi ani. Termocentrala de la Doicești folosește cărbunii inferiori și alimentează cu energie electrică industriile din regiunile București, Ploiești și Orașul Stalin.

Tot în luna august 1952 a fost pusă în funcțiune centrala termoelectrică „Ovidiu II", de lîngă Constanța. Este cea mai mare centrală electrică din Dobrogea, contribuind la ridicarea nivelului industrial din acea regiune. Termocentrala „Steaua Roșie" de la Sîngeorgiul de Pădure folosește drept combustibil gazele naturale cu presiune joasă și furnizează curent întreprinderilor din Tg. Mureș și Regiunea Autonomă Maghiară. De asemenea, termocentrala de la Comănești, regiunea Bacău, a intrat în funcțiune și contribuie la dezvoltarea industrială a Moldovei. Cea mai modernă uzină, automatizată aproape complet, este cea de la Sadu.

În ceea ce privește folosirea energiei apelor, în 1953 a fost pusă în funcțiune hidrocentrala de la Moroeni. Hidrocentrala de la Bicaz, de pe rîul Bistrița, este cea mai importantă din planul de electrificare. Va avea o putere instalată de 210 000 kW și va furniza curent pentru întreaga Moldovă, regiune lăsată în paragină de către regimul burghezo-moșieresc. Folosirea acestei surse de energie în industrie și agricultură va aduce belșug și bunăstare oamenilor muncii.

Pe baza energiei electrice produsă de uzinele construite, se vor mări întreprinderile metalurgice, electrochimice, petrolifere, industriei textile etc. Vor apărea tot mai multe fabrici. Producția in-

Scanned with CamScanner

dustrială și agricolă va crește și, o dată cu ea, nivelul de trai. Electrificarea muncilor agricole înlesnește transformarea socialistă a agriculturii. Tot mai mulți țărani muncitori se vor convinge de marile avantaje ale gospodăriilor colective. Lumina electrică și radioul se vor răspîndi pînă în cele mai depărtate cătune.

Scanned with CamScanner

CUPRINS

Acustica

	Pag.
Studiul mișcării oscilatorii	3
Mișcarea oscilatorie	3
Pendulul	4
Legile pendulului	7
Aplicațiile pendulului	9
Sunetul	11
Producerea sunetului	11
Calitățile sunetului	13
Diapazonul	16
Propagarea sunetului	17
Viteza sunetului	19
Reflexia sunetului	21
Ecoul	21
Întrebări recapitulative	23
Probleme	23

Optica

Propagarea luminii	25
Izvoare de lumină	25
Propagarea luminii	26
Propagarea rectilinie a luminii	26
Camera neagră	29
Fascicul de lumină	30

Scanned with CamScanner

Pag.

Umbră și penumbră 31
Eclipsele de Lună și Soare 32
Reflexia luminii 34
Legile reflexiei 34
Difuziunea luminii 37
Oglinzi plane 38
Oglinzi concave 41
Imagini în oglinzi concave 43
Proiectorul 49
Farul 49
Întrebări recapitulative 50
Probleme-întrebări 51
Refracția luminii 51
Ce este refracția luminii 51
Legile refracției luminii 52
Fenomene explicate cu ajutorul refracției 55
Prisma 56
Refracția luminii prin prismă 56
Lentile 58
Diferite feluri de lentile 58
Refracția luminii prin lentile convergente 59
Imagini formate de lentile convergente 62
Construcția imaginilor 64
Imagini formate de lentile divergente 66
Întrebări recapitulative 67
Probleme-întrebări 68
Aparate și instrumente optice 69
Clasificarea instrumentelor optice 69
Aparatul de proiecție 69
Cinematograful 70
Aparatul fotografic 71
Lupa 72
Microscopul 73
Ochiul și vederea 75

Scanned with CamScanner

Pag.

Structura anatomică a ochiului 75
Defectele ochilor 76
Dispersia luminii 78
Dispersia luminii prin prismă. Spectrul solar .. 78
Recompunerea luminii albe 79
Culori complementare 79
Culoarea corpurilor 80
Curcubeul 81
Întrebări recapitulative 81
Probleme-întrebări 82

Electricitatea

Electrizarea corpurilor 83
Electrizarea corpurilor prin frecare 83
Istoric 83
Corpuri bune și rele conducătoare de electricitate 84
Electrizarea prin contact 85
Pendulul electric. Două feluri de sarcini electrice 85
Acțiunea reciprocă dintre sarcinile electrice 87
Cîmp electric 89
Electroscopul cu foițe 89
Cîmp electric 89
Electrizarea corpurilor prin influență 90
Încărcarea electroscopului prin influență 92
Folosirea electroscopului 93
Electronii 94
Mașini electrostatice 95
Mașina Wimshurst 95
Experiențe cu mașina electrostatică 97
Electricitatea atmosferică 100
Fenomene electrice în atmosferă 100
Fulgerul 101
Paratrăsnetul 103

Scanned with CamScanner

Pag.

Întrebări recapitulative 104
Probleme 104
Curentul electric 105
Producerea curentului electric 105
Ce este curentul electric 105
Surse chimice de curent 107
Elementul Volta 108
Elementul Leclanché 110
Bateria de buzunar 111
Acumulatoare 112
Întrebări recapitulative 115
Acțiunea termică, magnetică și chimică a curentului 115
Întrebări recapitulative 120
Circuite electrice 121
Părțile componente ale unui circuit și reprezentarea lui convențională 124
Sensul curentului electric 126
Legarea conductorilor și a receptorilor în serie și în paralel 127
Întrebări recapitulative 128
Probleme 129
Intensitatea curentului 129
Unitatea de cantitate de electricitate: coulombul 129
Intensitatea curentului 131
Unitatea de intensitate: amperul 131
Ampermetrul 132
Întrebări recapitulative 135
Probleme 135
Rezistența electrică 136
Rezistența conductorilor 136
Unitatea de rezistență. Ohmul 141
Reostate 142
Reostatul cu manetă 142

Scanned with CamScanner

Pag.

Reostatul cu curgor 143
Cutia cu rezistențe 144
Întrebări recapitulative 146
Probleme 147
Tensiunea 147
Unitatea practică de tensiune: voltul 149
Măsurarea tensiunii cu voltmetrul 150
Întrebări recapitulative 152
Probleme 152
Legea lui Ohm 153
Întrebări recapitulative 156
Probleme 157
Lucrarea de laborator nr. 1 157
Lucrarea de laborator nr. 2 161
Lucrarea de laborator nr. 3 162
Energia și puterea curentului 164
Energia curentului 164
Puterea curentului 165
Unități practice pentru energia și puterea curentului 166
Întrebări recapitulative 168
Probleme 168
Efectul termic al curentului 169
Încălzirea unui conductor de către curentul electric 169
Cantitatea de căldură degajată de un curent ... 170
Aparate electrice de încălzit și luminat 172
Luminatul electric 175
Siguranțe fuzibile 178
Arcul electric 181
Sudura electrică 183
Întrebări recapitulative 184
Probleme 185
Lucrarea de laborator nr. 4 186

Scanned with CamScanner

Pag.

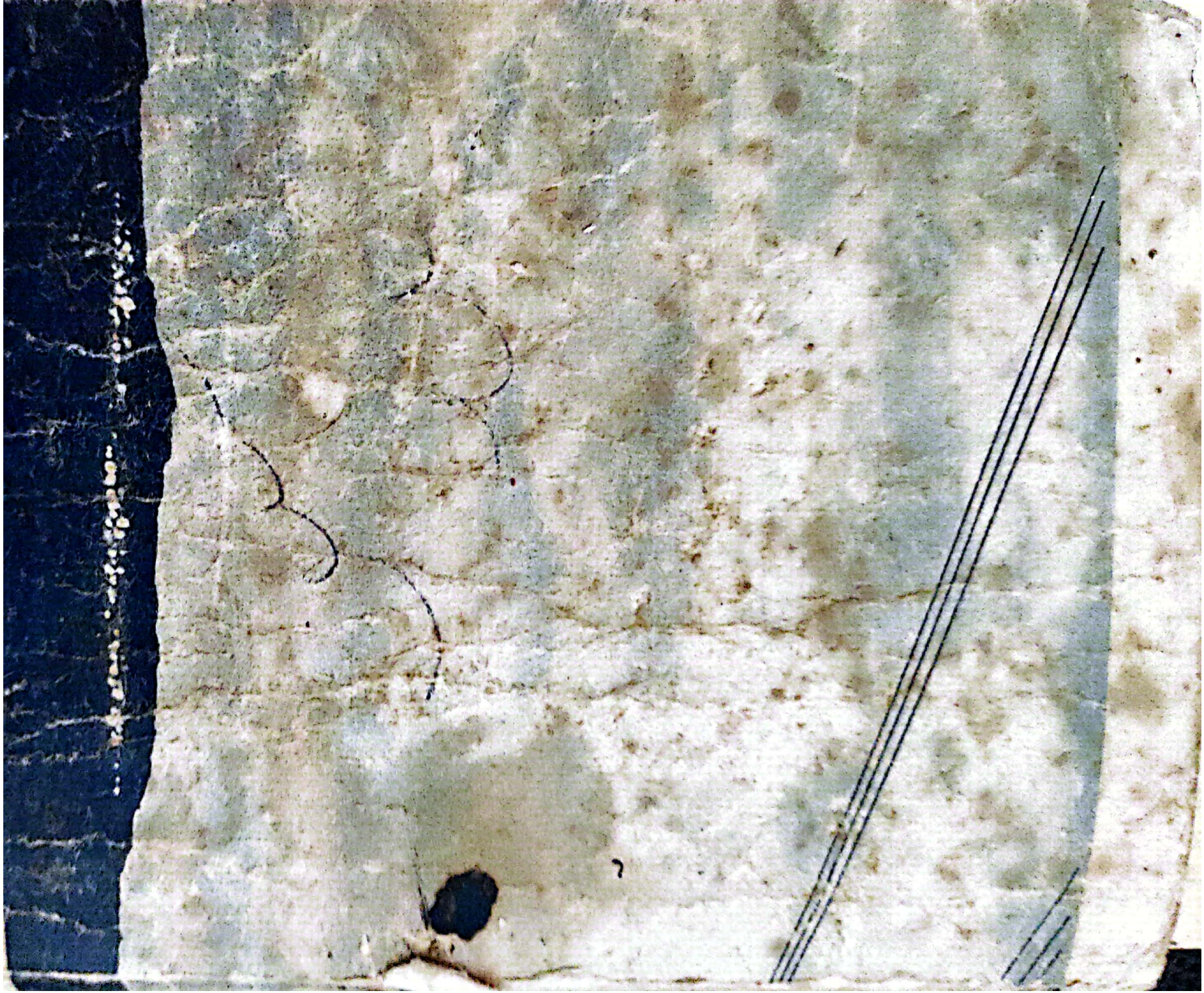
Efectul chimic al curentului 186
Electroliza. Electroliza apei 186
Electroliza sulfatului de cupru 188
Aplicațiile electrolizei. Galvanizarea 190
Întrebări recapitulative 193
Fenomene electromagnetice 194
Magneți 194
Acul magnetic 195
Acțiunea reciprocă dintre polii magnetici 197
Magnetizare 198
Deosebirea dintre fier moale și oțel 199
Cîmp magnetic 201
Busola 203
Busola marină 204
Întrebări recapitulative 205
Probleme-întrebări 206
Cîmpul magnetic al curentului 206
Acțiunea curentului asupra acului magnetic 206
Cîmpul magnetic al curentului 208
Aparate de măsurat: galvanometrul, ampermetrul, voltmetrul 209
Galvanometrul 210
Ampermetrul 211
Voltmetrul 212
Întrebări recapitulative 213
Probleme-întrebări 213
Lucrarea de laborator nr. 5 214
Electromagnetismul 216
Electromagneți 216
Macaraua electromagnetică 217
Soneria electrică 218
Telegraful electric 220
Întrebări recapitulative 225
Probleme-întrebări 226

Scanned with CamScanner

Pag.

Transformarea energiei electrice în energie mecanică 226
Acțiunea cîmpului magnetic asupra unui curent mobil 226
Principiul electromotorului de curent continuu 229
Întrebări recapitulative 232
Curenți de inducție 232
Producerea curenților de inducție 232
Sensul curentului de inducție 239
Alcătuirea și funcționarea unui generator de curent alternativ 239
Alcătuirea și funcționarea dinamului 242
Magnetoul 246
Reversibilitatea dinamurilor 246
Funcționarea electromotorului 247
Avantajele electromotoarelor 249
Întrebări recapitulative 251
Lucrarea de laborator nr. 6 252
Transportul energiei la distanță 255
Transformarea curentului 255
Transformatoare 255
Transmiterea energiei electrice 257
Întrebuințarea energiei electrice în industrie, transport și agricultură 259
Întrebări recapitulative 267
Centrale electrice 268
Termocentrale 268
Hidrocentrale 270
Întrebări recapitulative 273
Electrificarea țării 273

Scanned with CamScanner



Scanned with CamScanner